Studien

über

Dampfspannkraftsmessungen

am Benzol, an Derivaten des Benzols

und am Äthylalkohol.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der hohen philosophischen Facultät

der

Universität Basel

vorgelegt von

C. G. Wirkner von Torda.

BASEL.

Schweighauserische Buchdruckerei.

1894.

2

Studien

über

Dampfspannkraftsmessungen

am Benzol, an Derivaten des Benzols

und am Äthylalkohol.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der hohen philosophischen Facultät

der

Universität Basel

vorgelegt von

C. G. Wirkner von Torda.

BASEL.

Schweighauserische Buchdruckerei.

1894.

MEINER MUTTER

IN LIEBE UND DANKBARKEIT

ZUGEEIGNET.

Die vorliegende Arbeit wurde auf Anregung und unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Georg W. A. Kahlbaum in dessen physikalisch-chemischem Laboratorium zu Basel während der Zeit vom April 1893 bis April 1894 ausgeführt.

Mit Freuden ergreife ich die Gelegenheit, meinen hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Kahlbaum, für sein überaus liebenswürdiges Entgegenkommen, für seine mit grosser Opferwilligkeit gewährte, unermüdliche Unterstützung bei meinen Arbeiten und das rege Interesse, das er dem Verlaufe derselben stets entgegenbrachte, auch an dieser Stelle meines herzlichsten Dankes zu versichern.

Weiter ist es mir eine angenehme Pflicht, für das mir während meiner Studienzeit erwiesene Wohlwollen allen meinen hochgeehrten Lehrern an der Basler und Heidelberger Hochschule auch hier meinen besten Dank abzustatten.

Einleitung.

Durch die vieljährigen Arbeiten von Kahlbaum[1]) ist in das lange Zeit brach gelegene Gebiet der Dampfspannkraftsmessungen neues Leben gekommen, das seinen Ausdruck zunächst in dem Streite um die Übereinstimmung der mit den beiden als statische und dynamische bezeichneten Messungsmethoden zu erreichenden Resultate gefunden hat.

Durch die von Kahlbaum mit G. C. Schmidt und Paul Schröter[2]) gemeinschaftlich ausgeführten Untersuchungen ist diese Frage durch den Nachweis der Koïncidenz der Resultate gelöst worden. Gleichzeitig wurde das thatsächliche Nichtübereinstimmen der älteren nach den zwei Methoden gewonnenen Zahlen aus der den Stoffen unver-

---

[1]) „Über die Abhängigkeit der Siedetemperatur vom Luftdruck.“ I, Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 16, 1883, pag. 2476; — II., ebenda, Bd. 17, 1884, pag. 1245; „Siedepunkt und Kochpunkt,“ ebenda, Bd. 17, 1884, pag. 1263; „Siedetemperatur und Druck in ihren Wechselbeziehungen.“ Leipzig, Barth, 1885; „Aus der Beziehung der Siedetemperatur zum Luftdruck abzuleitende Grössen;“ Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 18, 1885, pag. 2100; „Ergiebt die statische und dynamische Methode der Dampfspannkraftsmessung verschiedene Resultate?“ ebenda, pag. 3146; „Weitere Belege für die Differenz von Siedepunkt und Kochpunkt,“ ebenda, Bd. 19, 1886, pag. 943; „Die Kochpunkte der fetten Säuren $C_2 H_4 O_2$ bis $C_5 H_{10} O_2$;“ ebenda, Bd. 19, 1886, pag. 2863; „Über Dampftemperaturen bei vermindertem Druck.“ Basel, Verhandlungen, Bd. 8, 1890, pag. 363. —

[2]) G. C. Schmidt: „Über die statische und dynamische Methode der Spannkraftsmessung organischer und anorganischer Stoffe.“ Dissertation, Basel, 1892; „Studien über Dampfspannkraftsmessungen.“ In Gemeinschaft mit Paul Schröter und andern Mitarbeitern von Georg W. A. Kahlbaum, Basel, Schwabe 1893. —

meidlich anhaftenden Feuchtigkeit erklärt, die für die in Frage gekommenen fetten Säuren wie Alkohole bei Anwendung der statischen Methode die Tensionen als wesentlich zu hoch und mit dem Molekulargewicht wachsend erscheinen lassen musste. An diesen Nachweis anschliessend hat der erstgenannte Forscher die dynamische Methode dahin ausgearbeitet, dass mit derselben, was bisher nicht erreicht worden war, auch Beobachtungen noch bei tiefsten Drucken ausgeführt und auch die Tensionen von Lösungen und Gemengen bestimmt werden konnten. Damit war erreicht, dass die so einfach auszuführende dynamische Methode die statische zu ersetzen vollkommen im Stande ist. Da die bisherigen Untersuchungen sich ausschliesslich auf die fetten Säuren beschränkten, lag es nahe, auch für andere Stoffe, die bisher noch gar nicht oder nur in unzulänglichem Masse untersucht worden waren, mit Hilfe der neuen Methode die Spannkräfte festzustellen. Das ist die Aufgabe, die sich die vorliegende Arbeit zu lösen gestellt hat.

Die sämmtlichen untersuchten Stoffe sind mit einer Ausnahme, die zu andern Zwecken in den Bereich der Untersuchung gezogen wurde, der aromatischen Reihe entnommen. Vom Benzol ausgehend sind Derivate desselben gewählt worden, bei denen je 1 H durch ein Element oder Radikal ersetzt ist.

Die untersuchten Stoffe sind:

Benzol	$C_6 H_6$
Brombenzol	$C_6 H_5 — Br$.
Benzaldehyd	$C_6 H_5 — CHO$
Phenol	$C_6 H_5 — OH$
Anilin	$C_6 H_5 — NH_2$
Benzonitril	$C_6 H_5 — CN$
Benzylalkohol	$C_6 H_5 — CH_2 . OH$
Nitrobenzol	$C_6 H_5 — NO_2$
Benzoësäure	$C_6 H_5 — COOH$
Äthylalkohol	$C_2 H_5 — OH$.

Die Wahl dieser Stoffe erlaubte die gestellte Aufgabe noch nach einer Richtung zu erweitern, nämlich zu prüfen, ob die durch die Differenz der chemischen Konstitution bedingte Änderung des Siedepunktes bei 760 mm. in gleicher Weise und in gleicher Höhe auch für die Siedepunkte bei niederen Drucken zum Ausdruck gelange, oder in welcher Weise die vorauszusetzende Änderung der Differenz sich geltend mache.

Es wird somit die Arbeit in folgende zwei Teile zerfallen, einmal in die Bestimmung der Dampfspannkraft bei den verschiedenen Temperaturen, resp. in die Festlegung der Siedekurven für die genannten Stoffe und zweitens in einen Vergleich eben dieser Kurven in Bezug auf die wechselnde chemische Zusammensetzung.

Die angewendeten Apparate und Methoden sind die gleichen, wie sie von Kahlbaum und Schröter bei der Untersuchung der fetten Säuren Anwendung fanden und deren Einzelheiten sich in dem ersten Teile der „Studien über Dampfspannkraftsmessung“ auf das eingehendste beschrieben finden, so dass an dieser Stelle nur darauf verwiesen werden braucht. Es wurden entsprechend dem dortigen Vorgehen bei niederen Drucken, d. h. bis etwa 20 mm., im allgemeinen die Stoffe unter Anwendung der Kahlbaum'schen Quecksilberluftpumpe direkt überdestillirt, während bei den höheren Drucken am Rückflusskühler gearbeitet wurde. Die auf diese Weise gewonnenen Beobachtungen wurden innerhalb der Drucke von 0 bis 50 mm. in ein Koordinatennetz eingetragen, in dem 1 ° C. und 1 mm. durch 1 cm. Axenentfernung ausgedrückt war. Bei hohen Drucken verbot die Ausdehnung der Kurven die Anwendung des gleichen Masstabes. Es wurde in diesen Fällen, d. h. für Drucke über 50 mm. ein Koordinatennetz gewählt, in dem 1 mm. der Zeichnung 1 ° C. und 1 mm. Druck entsprach. Die aufgetragenen Resultate wurden dann graphisch interpolirt.

Für die Bestimmungen, die unter Anwendung der Quecksilberluftpumpe ausgeführt wurden, fand die Ablesung in der Weise statt, dass 2 Beobachter gemeinschaftlich arbeiteten, von denen der eine das Sieden regelte, während der Verfasser dieser Schrift die Temperatur und den Druck notirte. Die Bestimmungen im zweiten Apparat wurden vom Verfasser allein ausgeführt.

Das Ablesen des Druckes geschah an Barometern, die auf Glas in 1 mm. geteilt waren. Die Genauigkeit der Teilung war vorher mit einem Kathetometer geprüft worden. Bei niederen Drucken wurde mit Fernrohr und Fadenkreuz, bei höheren einfach mit der Lupe abgelesen. Der äussere Druck wurde an einem Barometer von K. Kramer in Freiburg i. B., das vorher mit einem Fortin'schen Barometer verglichen, welches seinerseits auf das Stationsbarometer im Bernoullianum bezogen war, gemessen. Die Quecksilberhöhen sind sämtlich auf 0° reduzirt.

Zur Beobachtung der Temperatur dienten sogenannte Thermometer nach Anschütz, die von der physikalischen Reichsanstalt in Berlin geprüft worden waren. Der Korrektion ist bereits bei den Beobachtungen Rechnung getragen worden. In allen Fällen befand sich das Thermometer vollkommen im Dampf.

Sämtliche untersuchten Stoffe sind von C. A. F. Kahlbaum in Berlin bezogen und wurden vorher einer eingehenden Reinigung durch fraktionirte Destillation unterworfen. Etwaige besondere Reinigungsmethoden werden bei den betreffenden Stoffen namhaft gemacht werden; desgleichen wird auch Wert und Genauigkeit der Beobachtungs- und Interpolationsmethoden an geeigneter Stelle bei den einzelnen Stoffen noch besonders geprüft werden.

I. Teil.

Die Beobachtungen.

In dem folgenden ersten Teile ist bei der Besprechung der einzelnen Stoffe, wenn nicht besondere Gründe eine Abweichung forderten, folgende Anordnung eingehalten worden. Es werden zuerst die an den Substanzen bestimmten Konstanten mitgeteilt und dieselben mit den von anderen Forschern beobachteten verglichen. Alsdann folgen in den Tabellen zunächst die direkten Beobachtungen in dem mit der Quecksilberluftpumpe evakuirten Apparate; in der zweiten Tabelle folgen die mit Hilfe der Wasserpumpe vorgenommenen Bestimmungen. In allen Fällen sind ausnahmslos sämtliche Beobachtungen mitgeteilt ohne jede Einschränkung oder Wahl. Die dritte Tabelle bringt diese Beobachtungen nach der Höhe des Druckes geordnet, wie sie zur Konstruktion der Kurve benutzt wurden. Zum Schluss folgen die aus den Kurven abgelesenen Spannkräfte und Kochpunkte der betreffenden Substanz.

Bei allen Messungen, barometrischen wie thermometrischen sind die Beobachtungen auf 0,1 abgerundet und zwar in dem Sinne, dass stets für 0,05 und darüber 0,1, unter 0,05 jedoch 0,0 gesetzt ist. —

Benzol. $C_6 H_6$.

Den Ausgangspunkt der ganzen Reihe untersuchter Stoffe bildet das Benzol. Da Gustav Tammann[1]) nachge-

---

[1]) St. Petersb. Akad. Sci. Mém. T. 35, Nr. 9, 1887; und Wiedemann Annal. Bd. 32, 1887, pag. 683. —

wiesen hat, dass sehr geringe Beimengungen im Besondern von Äthylalkohol die Tension des Benzols in hohem Masse beeinflussen, so wurden Bestimmungen an zwei verschiedenen Benzolpräparaten vorgenommen. — Auf die Behauptung Tammann's wird nach Mitteilung der gewonnenen Resultate noch näher eingetreten werden. — Das Durchführen der zwei verschiedenen Bestimmungsreihen wird zugleich Gelegenheit geben, die in der Einleitung erwähnte Prüfung der Genauigkeit der Beobachtungen wie der Interpolationsmethode gleich beim Benzol durchzuführen.

Als Kriterium der Reinheit des verwendeten Benzols diente der Schmelzpunkt. Demzufolge wurden beide Präparate, ehe die Bestimmung des Siedepunktes bei 760 mm. Druck vorgenommen wurde, so lange umkrystallisirt, bis der Schmelzpunkt sich konstant erhielt. Alsdann wurde destillirt und nach Bestimmung des Siedepunktes der Schmelzpunkt von neuem kontrollirt; das Gleiche geschah noch einmal nach Ausführung der ganzen Beobachtungsreihe. Die beiden benutzten Präparate waren:

a) Benzol aus Anilin,
b) Benzol kryst. (frei von Tiophen).

a) Benzol aus Anilin.

Das bezogene Benzol wurde umkrystallisirt und zum Teil wieder schmelzen gelassen. Der abgegossene Teil zeigte den Erstarrungspunkt 3,8 ° C., der zurückbleibende Krystallbrei nach dem Schmelzen den Erstarrungspunkt 5,0 ° C. Auf diese Weise wurde viermal fraktionirt krystallisirt.

Die erhaltenen Zahlen ergaben als Erstarrungspunkte für den jeweilen abgegossenen

Teil: II = 4,0 ° C.
III = 4,8 ° „
IV = 4,9 ° „

für die zurückbleibenden Krystalle

II = 5,2 ° C.
III = 5,2 ° „
IV = 5,2 ° „

Um vollkommene Sicherheit zu gewinnen, dass 5,2 ° C. auch dem genauen Erstarrungspunkte entsprach, wurde ein Versuch in dem Beckmann'schen Apparat und mit dem Beckmann'schen Thermometer vorgenommen. Die Resultate ergaben vollkommene Übereinstimmung.

Von diesem bei 5,2 ° C. schmelzenden Benzol wurden ca. 30 cc. zur Bestimmung des Siedepunktes in einer kleinen Platinkolonne fraktionirt. Das Sieden begann bei 79,3 ° C. unter dem Drucke von 741,0 mm. red.

Es waren übergegangen

5 cc. bei 79,6 ° C.
10 „ „ 79,7 ° „
15 „ „ 79,7 ° „
20 „ „ 79,7 ° „
25 „ „ 79,8 ° „

Der Siedepunkt darf als sehr konstant bezeichnet werden. Nach den Bestimmungen von Kahlbaum[1]), deren Genauigkeit für diesen Stoff vollkommen ausreichend ist, berechnet sich aus den Zahlen 79,7 ° C. bei 741,0 mm. als Siedepunkt bei 760 mm. 80,4 ° C. — der Erstarrungspunkt dieses bei 80,4 ° C. siedenden Benzols wurde wieder bei 5,2 ° C. bestimmt. Nach Ausführung der ganzen Bestimmungsreihen wurde der Siedepunkt korr. bei 80,3 ° C., der Erstarrungspunkt 5,2 ° C. gefunden.

Es wurde demnach ein Benzol vom *Smp.* = 5,2 ° C. und vom *Sdp.* $\begin{matrix}0\,^{\circ}\text{ C.}\\760\text{ mm.}\end{matrix}$ = 80,4 ° C. verwendet.

---

[1]) Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 19, 1886, pag. 3098.

Als beste frühere Angaben finden sich:

	Smp.	Sdp. 0 ° C. 760 mm.
H. Kopp[1])	5,5 ° C.[2])	80,4 ° C.
V. Regnault[3])	4,5	80,4
G. Städeler[4])		79,2
J. W. Brühl[5])		80,1
V. Meyer[6])		80,0
W. Fischer[7])	5,3	
A. Adrieenz[8])		80,6

Da das Benzol, wie aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich ist, bei 4,3 ° C. bereits eine Tension von 32,4 mm. zeigt, so musste von einer Bestimmung der Kochpunkte bei niederen Drucken abgesehen werden. Infolge dessen wurde nur mit einem Apparate unter Anwendung der Wasserpumpe und am Rückflusskühler gearbeitet.

Die nachfolgende Tabelle 1 bringt die Beobachtungen in der Reihenfolge, wie dieselben angestellt worden sind. In derselben, wie in allen folgenden Tabellen, bei denen mit der Wasserluftpumpe gearbeitet wurde, bedeutet:

---

[1]) Poggend. Annal., Bd. 72, 1847, pag. 240. —

[2]) Nach Angaben von Carnelley, Melting and Boiling Point Tables, Vol. I., 1885, pag. 51. — Diese Angabe konnte in der Originalarbeit jedoch nicht gefunden werden. —

[3]) Paris, Mém. Acad. Sci., T. 26, 1862, pag. 658. —

[4]) Kolbe, Journ. prakt. Chem., Bd. 94, 1865, pag. 65. —

[5]) Liebig Annal., Bd. 200, 1880, pag. 185. —

[6]) Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 15, 1882, pag. 2893. —

[7]) Wiedemann Annal., Bd. 28, 1886, pag. 424. — Von dem an gleicher Stelle angegebenen Siedepunkte ist leider nicht ersichtlich, bei welchem Drucke derselbe gemessen ist. —

[8]) Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 6, 1873, pag. 442. — Die Orig.-Arbeit lag nicht vor, und im Referat ist nicht gesagt, ob der Barometerstand red. oder nicht, doch lässt die Sorgfalt der Angaben darauf schliessen. —

T = die Lufttemperatur.
B. v. = die Quecksilberhöhe in dem einen zwischen der etwa 10 Liter haltenden Vorlegeflasche und der Wasserpumpe aufgehängten Barometer.[1])
B. h. = die Quecksilberhöhe in dem zweiten hinter der Siedebirne aufgehängten Barometer.[1])
Temp. = den beobachteten Siedepunkt. — Der Thermometer-Korrektur ist bei diesen Angaben bereits Rechnung getragen.
B. K. = den äusseren Luftdruck mit dem Kramer'schen Barometer gemessen.
T. K. = die Temperatur desselben.
B. K. red. = die auf 0° reduzirte Quecksilberhöhe dieses Instrumentes.
$B\frac{v+h}{2}$ red. = die auf 0° reduzirten mittleren Höhen der Barometer B. v. und B. h.
Druck = den im Apparate herrschenden Luftdruck.

Mögen nun die beobachteten Zahlen folgen:

---

[1]) Vergl. hierzu: Kahlbaum, Studien über Dampfspannkraftsmessungen, Abteilung I, pag. 158 und Tafel VII.

Tabelle 1.

Benzol aus Anilin.

Wasserluftpumpe.

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
3	689,9	690,1	11,5	739,9	14	738,1	689,6	48,5
3	691,4	691,5	10,9	739,9	14	738,1	691,1	47,0
3	692,9	693,1	10,3	739,9	14	738,1	692,6	45,5
3	694,1	694,2	9,8	739,9	14	738,1	693,8	44,3
3	695,6	695,8	9,1	740,0	14	738,2	695,3	42,9
3	697,1	697,2	8,5	740,0	14	738,2	696,8	41,4
3	698,1	698,2	8,0	740,0	14	738,2	697,8	40,4
3	699,9	700,1	7,3	740,1	14	738,3	699,6	38,7
3	701,1	701,2	6,7	740,2	14	738,4	700,8	37,6
3	702,9	703,0	5,9	740,3	14	738,5	702,6	35,9
3	704,3	704,4	5,3	740,3	15	738,4	704,0	34,4
3	705,1	705,2	4,8	740,3	15	738,4	704,8	33,6
3	706,3	706,4	4,3	740,3	15	738,4	706,0	32,4
2	705,1	705,2	4,5	740,4	16	738,3	704,9	33,4
2	704,0	704,1	5,1	740,5	16	738,4	703,9	34,5
2	703,1	703,1	5,7	740,6	16	738,5	702,9	35,6
2	702,3	702,4	6,1	740,7	16	738,6	702,2	36,4
2	701,1	701,2	6,7	740,8	16	738,7	701,0	37,7
2	700,0	700,1	7,3	740,8	16	738,7	699,9	38,8
2	698,8	698,9	7,9	740.8	16	738,7	698,7	40,0
2	697,4	697,6	8,5	741,0	16	738,9	697,3	41,6
1	696,3	696,4	8,4	739,5	14	737,7	696,3	41,4
1	695,1	695,2	8,9	739,5	14	737,7	695,1	42,6
1	693,9	694,1	9,5	739,4	14	737,6	693,9	43,7
1	692,7	692,9	10,0	739,5	14	737,7	692,7	45,0
1	691,3	691,5	10,5	739,3	14	737,5	691,3	46,2
1	690,1	690,3	11,0	739,3	14	737,5	690,1	47,4
2	688,9	689,1	11,5	739,2	14	737,4	688,8	48,6
2	687,8	688,0	12,0	739,2	14	737,4	687,7	49,7
2	686,7	686,7	12,5	739,2	14	737,4	686,5	50,9
2	685,4	685,4	12,9	739,1	14	737,3	685,2	52,1
2	683,9	684,1	13,3	739,0	14	737,2	683,8	53,4

Tabelle 1 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
2	682,6	682,8	13,8	739,0	14	737,2	682,5	54,7
3	681,3	681,4	14,3	739,0	14	737,2	681,1	56,1
3	676,6	677,0	15,9	739,0	15	737,1	676,5	60,6
3	667,2	667,4	18,5	738,8	15	736,9	666,9	70,0
3	657,0	657,0	21,7	738,7	15	736,8	656,7	80,1
2	678,0	678,1	14,8	737,1	14	735,3	677,7	57,6
2	686,8	687,0	11,5	737,1	14	735,3	686,7	48,6
2	685,2	685,4	12,1	737,1	14	735,3	685,1	50,2
2	683,7	683,9	12,7	737,1	14	735,3	683,6	51,7
2	681,4	681,4	13,5	737,1	14	735,3	681,2	54,1
1	635,4	635,5	26,3	737,2	14	735,4	635,4	100,0
1	585,2	585,4	35,4	737,3	15	735,4	585,2	150,2
1	533,6	533,6	42,5	737,4	14	735,6	533,5	202,1
1	485,7	485,8	47,9	737,5	14	735,7	485,7	250,0
0	430,0	430,1	52,9	733,0	12	731,5	430,1	301,4
0	330,5	330,5	60,9	733,0	12	731,5	330,5	401,0
1	229,9	230,1	67,4	732,9	12	731,4	230,0	501,4
1	129,7	129,8	73,0	732,8	12	731,3	129,8	601,5
1	30,4	30,5	77,7	732,7	12	731,2	30,5	700,7
3	230,6	230,8	67,3	732,7	13	731,1	230,6	500,5
3	481,5	481,7	47,8	732,5	13	730,9	481,3	249,6
3	630,2	630,4	26,4	732,5	13	730,9	629,9	101,0

Die folgende Tabelle 2 bringt die vorstehend mitgeteilten Beobachtungen noch einmal nach der Grösse des Druckes geordnet, wie dieselben zur Konstruktion der Kurven benutzt worden sind.

Tabelle 2.

Benzol aus Anilin.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
32,4	4,3	41,4	8,4	48,6	11,5	100,0	26,3
33,4	4,5	41,4	8,5	49,7	12,0	101,0	26,4
33,6	4,8	41,6	8,5	50,2	12,1	150,2	35,4
34,4	5,3	42,6	8,9	50,9	12,5	202,1	42,5
34,5	5,1	42,9	9,1	51,7	12,7	249,6	47,8
35,6	5,7	43,7	9,5	52,1	12,9	250,0	47,9
35,9	5,9	44,3	9,8	53,4	13,3	301,4	52,9
36,4	6,1	45,0	10,0	54,1	13,5	401,0	60,9
37,6	6,7	45,5	10,3	54,7	13,8	500,5	67,3
37,7	6,7	46,2	10,5	56,1	14,3	501,4	67,4
38,7	7,3	47,0	10,9	57,6	14,8	601,5	73,0
38,8	7,3	47,4	11,0	60,6	15,9	700,7	77,7
40,0	7,9	48,5	11,5	70,0	18,5	731,1	79,2
40,4	8,0	48,6	11,5	80,1	21,7	760,0	80,3

Aus den oben mitgeteilten Zahlen wurden die Kurven konstruirt, und aus denselben die weiter unten zusammengestellten Werte abgelesen.

Tabelle 3.

Dampfspannkraft des Benzol aus Anilin, nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
33	4,4	44	9,6	55	13,9	300	52,6
34	4,9	45	10,1	56	14,2	350	57,0
35	5,4	46	10,5	57	14,6	400	61,0
36	5,9	47	10,9	58	15,0	450	64,4
37	6,4	48	11,3	59	15,3	500	67,4
38	6,9	49	11,7	60	15,7	550	70,1
39	7,4	50	12,1	75	20,0	600	73,0
40	7,8	51	12,5	100	26,4	650	75,6
41	8,3	52	12,8	150	35,4	700	77,9
42	8,8	53	13,2	200	42,1	750	80,0
43	9,2	54	13,5	250	47,9	760	80,3

Tabelle 4.

Kochpunkte des Benzol aus Anilin, nach ° C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.
5	34,2	10	44,8	15	58,0	60	393,0
6	36,2	11	47,3	20	75,0	70	546,5
7	38,2	12	49,8	30	118,0	80	750,0
8	40,3	13	52,5	40	183,4		
9	42,5	14	55,3	50	272,0		

b) Benzol kryst. (tiophenfrei).

Wie das vorher besprochene Benzol wurde auch dieses durch fraktionirte Krystallisation gereinigt.

Die entsprechenden Zahlen ergaben als Erstarrungspunkt für den jeweilen abgegossenen Teil:

I = 5,0 ° C.
II = 5,2 „
III = 5,2 „
IV = 5,2 „

für die zurückbleibenden Krystalle:

I = 5,4 ° C.
II = 5,4 „
III = 5,4 „
IV = 5,4 „

Auch hier zeigte eine Bestimmung im Beckmann'schen Apparate durchaus übereinstimmende Werte.

Die Siedepunktsbestimmung, zu der wiederum 30 cc. des reinsten Produktes verwendet wurden, führte zu folgenden Zahlen:

Das Sieden begann unter dem Drucke von 740,1 mm. red. bei 79,2 ° C.

Es waren übergegangen:

5 cc.	bei	79,4 ° C.
10 „	„	79,5 „
15 „	„	79,5 „
20 „	„	79,5 „
25 „	„	79,5 „

Auch dieser Siedepunkt darf als sehr konstant bezeichnet werden. Auf 760 mm. umgerechnet ergiebt sich als Siedepunkt dieses Benzols 80,2 ° C. — Die erneute Schmelzpunktsbestimmung wies sowohl nach der Destillation als auch nach Ausführung der ganzen Bestimmungsreihe vollständige Konstanz nach.

Es würde somit in diesem Falle ein Benzol vom *Smp.* = 5,4 ° C und *Sdp.* $\begin{matrix} 0\,^{\circ}\mathrm{C.} \\ 760\ \mathrm{mm.} \end{matrix}$ = 80,2 ° C. verwendet.

Da bei diesem Präparat die, die Zustandsänderung bedingenden, Fixpunkte etwas näher zusammengerückt sind als bei dem zuerst behandelten Benzol, darf dasselbe als das noch reinere angesehen werden.

In der folgenden Tabelle 5 sind wiederum zunächst die direkten Beobachtungen mitgeteilt. Die Bedeutung der Kolonnen ist die auf S. 5 gegebene. Die Höhe der Lufttemperatur liess es nicht zu, die Verdünnung gleich weit wie in der vorigen Beobachtungsreihe zu treiben.

Tabelle 5.

Benzol kryst. (tiophenfrei).

Wasserluftpumpe.

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
9	698,8	699,0	7,5	739,1	15	737,2	697,8	39,4
9	697,6	697,6	8,1	739,0	15	737,1	696,5	40,6
9	696,3	696,3	8,6	739,0	15	737,1	695,2	41,9
9	695,2	695,3	9,1	739,0	15	737,1	694,2	42,9
9	694,0	694,2	9,7	739,1	15	737,2	693,0	44,2
9	692,9	693,0	10,1	739,1	15	737,2	691,9	45,3
10	691,7	691,8	10,7	739,3	15	737,4	690,6	46,8
10	690,6	690,8	11,3	739,7	16	737,6	689,5	48,1
10	689,7	689,8	11,7	739,7	16	737,6	688,6	49,0
10	687,7	687,9	12,6	740,1	16	738,0	686,6	51,4
10	686,0	686,1	13,3	740,3	16	738,2	684,9	53,3
10	684,7	685,0	13,8	740,5	16	738,4	683,7	54,7
10	666,3	666,5	19,8	741,2	17	739,0	665,2	73,8
10	639,3	639,5	26,4	741,0	17	738,8	638,3	100,5
10	588,9	589,1	35,5	741,7	17	739,5	587,9	151,6
10	548,8	549,1	42,5	752,3	15	750,3	548,0	202,3
10	498,9	499,1	47,7	752,7	15	750,7	498,0	252,7
10	449,6	449,8	52,9	752,9	15	750,9	448,9	302,0
10	351,2	351,3	60,8	753,0	16	750,9	350,7	400,2
10	251,8	252,0	67,3	752,9	15	750,9	251,5	499,4
10	149,1	149,4	72,9	752,9	16	750,8	149,0	601,8
10	50,0	50,1	77,6	753,0	16	750,9	50,0	700,9

Die folgende Tabelle 6 bringt die vorstehend mitgeteilten Beobachtungen noch einmal nach der Grösse des Druckes geordnet, wie dieselben zur Konstruktion der Kurven benutzt worden sind.

Tabelle 6.

Benzol kryst. (tiophenfrei).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
39,4	7,5	46,8	10,7	73,8	19,8	400,2	60,8
40,6	8,1	48,1	11,3	100,5	26,4	499,4	67,3
41,9	8,6	49,0	11,7	151,6	35,5	601,8	72,9
42,9	9,1	51,4	12,6	202,3	42,5	700,9	77,6
44,2	9,7	53,3	13,3	252,7	47,7	750,9	79,9
45,3	10,1	54,7	13,8	302,0	52,9	760,0	80,2

Tabelle 7.

Dampfspannkraft des Benzol kryst. (tiophenfrei), nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
39	7,3	47	10,9	55	13,9	400	60,9
40	7,8	48	11,3	75	20,0	450	64,4
41	8,3	49	11,7	100	26,3	500	67,6
42	8,7	50	12,1	150	35,5	550	70,1
43	9,2	51	12,4	200	42,2	600	72,9
44	9,6	52	12,8	250	47,8	650	75,1
45	10,0	53	13,2	300	52,5	700	77,8
46	10,4	54	13,5	350	56,9	750	80,0
						760	80,2

Tabelle 8.

Kochpunkte des Benzol kryst. (tiophenfrei), nach ° C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm	° C.	mm.
8	40,4	12	49,9	20	75,0	50	268,8
9	42,6	13	52,5	30	117,5	60	390,5
10	45,0	14	55,3	40	182,3	70	546,5
11	47,3					85	750,0

Aus den in Tabelle 6 mitgeteilten Zahlen wurden die Kurven konstruirt, und aus denselben die in den vorstehenden Tabellen 7 und 8 zusammengestellten Werte abgelesen.

Ein Vergleich der beiden mitgeteilten Kurven, den wir jetzt folgen lassen, soll zunächst dazu dienen, die Beobachtungs- wie auch die Interpolations-Methoden auf ihren Wert hin zu prüfen. Dabei wird sich auch Gelegenheit finden, auf Hrn. Tammann's schon citirte Arbeit zurückzugreifen. Die weiter unten folgende Tabelle 9 verzeichnet die Spannkräfte, die an den beiden gewählten Präparaten beobachtet wurden und giebt dazu die Differenzen zwischen beiden Ablesungen. Nur an 2 von den 33 verglichenen Punkten finden sich Abweichungen, die den Wert von 0,1 ° C., auf den, wie gesagt, alle Bestimmungen abgerundet sind, überschreiten, und das wiederum nur um 0,1 ° C. — Es darf also gesagt werden, dass die beiden Kurven innerhalb der Grenzen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler vollkommen übereinstimmen.

Tabelle 9.

Vergleich der Resultate beider Kurven.

Druck	a. Temp.	b. Temp.	Differenz	Druck	a. Temp.	b. Temp.	Differenz
mm.	° C.	° C.	° C.	mm.	° C.	° C.	° C.
33	4,4			44	9,6	9,6	0,0
34	4,9			45	10,1	10,0	0,1
35	5,4			46	10,5	10,4	0,1
36	5,9			47	10,9	10,9	0,0
37	6,4			48	11,3	11,3	0,0
38	6,9			49	11,7	11,7	0,0
39	7,4	7,3	0,1	50	12,1	12,1	0,0
40	7,8	7,8	0,5	51	12,5	12,4	0,1
41	8,3	8,3	0,0	52	12,8	12,8	0,0
42	8,8	8,8	0,0	53	13,2	13,2	0,0
43	9,2	9,2	0,0	54	13,5	13,5	0,0

Tabelle 9 (Fortsetzung).

Druck	a. Temp.	b. Temp.	Differenz	Druck	a. Temp.	b. Temp.	Differenz
mm.	° C.	° C.	° C.	mm.	° C.	° C.	° C.
55	13,9	13,9	0,0	300	52,6	52,5	0,1
56	14,2			350	57,0	56,9	0,1
57	14,6			400	61,0	60,9	0,1
58	15,0			450	64,4	64,4	0,0
59	15,3			500	67,4	67,6	0,2
60	15,7			550	70,1	70,1	0,0
75	20,0	20,0	0,0	600	73,0	72,9	0,1
100	26,4	26,3	0,1	650	75,6	75,4	0,2
150	35,4	35,5	0,1	700	77,9	77,8	0,1
200	42,1	42,2	0,1	750	80,0	80,0	0,0
250	47,9	47,9	0,0	760	80,3	80,2	0,1

Die Differenz, die bei der Siedepunktsbestimmung mit 0,2 ° C. gefunden wurde, lässt sich im Verlaufe der Kurven, wie ersichtlich, nicht mehr nachweisen. Um dieselbe, wenn sie dort überhaupt vorhanden, auch bei niederen Drucken mit Sicherheit festlegen zu können, hätten offenbar ganz in der gleichen Weise wie unter gewöhnlichem Luftdruck auch für alle beobachteten tieferen Drucke die Bestimmungen vorgenommen werden müssen. Das aber verbot sich von selbst, denn abgesehen von der Schwierigkeit, so grosse Mengen einheitlichen Materiales von der gleichen Vollkommenheit zu beschaffen, würden die ausgeführten 68 Einzelbestimmungen einen Zeitaufwand von etwa 2 Monaten erfordert haben; womit dann erst die Tensionskurve für einen einzigen Stoff bestimmt gewesen wäre. Würden dagegen die Differenzen der Kochpunkte für niedere Drucke wachsen, dann hätten sich dieselben zweifellos auch bei der gewählten Art der Bestimmung, in selbständigen Beobachtungsreihen, bemerkbar machen müssen. Es kann also keineswegs aus

dem Verschwinden der Differenz ein Urteil gegen die gewählte Beobachtungsmethode abgeleitet werden.

Herr Gustav Tammann[1]) hat in seiner Arbeit nachgewiesen, dass ein Gehalt von 0,01 % Äthylalkohol die Tension des Benzols um 12 mm. vermehrt, und macht ausdrücklich „auf die grosse Empfindlichkeit, die die Tensionen der Flüssigkeiten gegenüber geringen Verunreinigungen zeigen[1]),“ aufmerksam, betont aber auch, dass „die Empfindlichkeit der Dampftensionen für Verunreinigungen sehr verschieden für verschiedene Gemenge ist[1])“. Das Gleiche hat auch Kahlbaum für die fetten Säuren durch seine Erklärung[2]) der früher beobachteten Differenz zwischen den Resultaten der statischen und dynamischen Methode und durch seine Bestimmungen der Kochpunkte der Säuregemische[3]) nachgewiesen. Auch die beiden verwendeten Benzole waren, wie der bestimmte Schmelzpunkt und Siedepunkt zeigte, nicht vollkommen identisch, dennoch konnten an den Tensionen Unterschiede nicht nachgewiesen werden. Es ist das ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der Beobachtungen der genannten Forscher, Tammann's und Kahlbaum's, dass „nur ganz bestimmte Beimengungen“, d. h. also Verunreinigungen, die Tension eines Stoffes wesentlich beeinflussen.

Die Tabelle 9 giebt noch weiter einen vorzüglichen Prüfstein ab für die Berechtigung der mehrfach, zuletzt noch von Hrn. H. Kayser[4]) angezweifelten graphischen Interpolationsmethoden. Für die Konstruktion der Kurve von 40 bis 55 mm. Druck wurden bei Benzol a. 25 und bei Benzol b. nur 12 Punkte verwendet; trotz dieses Unter-

---

[1]) Wiedemann Annal. Bd. 32, 1887, pag. 698 u. 699.
[2]) Kahlbaum „Studien etc.“ pag. 150.
[3]) ebenda, pag. 269 u. ff.
[4]) Chem. Zeitg., Jahrgang 17, 1893, pag. 1750.

schiedes und trotz der selbständigen Konstruktion jeder einzelnen Kurve stimmen die 16 abgelesenen Punkte so genau überein, dass sich nur 2 Abweichungen von je 0,1 ° C. finden lassen. Es ist das ein Resultat, das alle Angriffe gegen die gewählte Methode der Interpolation vollständig abschlägt.

Wenn sich für die höheren Drucke öftere und etwas grössere Abweichungen wie hier, so auch später bei den weiter zu behandelnden Stoffen zeigen, so darf das natürlich nicht Wunder nehmen, und nicht gegen die Methode ausgespielt werden, da z. B. beim Benzol eine Druckabnahme von 500 auf 450 mm. eine Temperaturabnahme von nur 3 ° C. entspricht und zudem der gezwungenermassen[1]) auf den zehnten Teil reducirte Masstab der Zeichnungen die genaue Eintragung der Beobachtungen ebenso wie das genaue Ablesen wesentlich erschwerte.

Zur Beurteilung des erreichten Genauigkeitsgrades mag noch weiter dienen, dass z. B. bei G. C. Schmidt[2]), der auch die mathematische Methode der Interpolation „viel genauer als die graphische“[3]) findet, sich zwischen den beobachteten und berechneten Zahlen für die gleichen Drucke Abweichungen bis zu 12° finden.

Das Benzol gehört zu den wenigen Stoffen, von denen auch ältere Tensionsbestimmungen vorliegen, die mit den oben gegebenen zu vergleichen die nächste Aufgabe sein wird. Der Kohlenwasserstoff ist in ausgedehnterem Masse von Regnault[4]), Ramsay und Young und von Young[5]) allein untersucht worden. Da die Arbeiten des letztgenannten Forschers spätere sind, als die der Doppelfirma,

---

[1]) Vergleiche diese Abhandlg. pag. IX.
[2]) Ostwald, Zeitschr. f. physik. Chem., Bd. 7, 1891, pag. 458.
[3]) Dissertation. Basel, 1892, pag. 52.
[4]) Paris, Mém. Acad. Sci., T. 26, 1862, pag. 658.
[5]) Young, Chem. Soc. Journ., Vol. 55, 1889, pag. 501.

so wurde nur auf diese Bezug genommen. Einige wenige Vergleichspunkte finden sich noch in den Arbeiten von Kahlbaum[1]) und von W. Fischer.[2])

Tabelle 10.

Temp.	Regnault	v. Wirkner	Young
5° C.	34,2 mm.	34,2 mm.	—
10	45,3	44,8	45,2 mm.
15	58,9	58,0	—
20	75,7	75,0	74,1
30	120,2	118,0	117,5
40	183,6	183,4	180,2
50	271,4	272,0	268,3
60	390,1	393,0	388,5
70	547,4	546,5	548,2
80	751,9	750,0	755,0

Kahlbaum giebt bei 50 mm. 13,8 ° C. gegen 12,1 ° C. an, bei 75 mm. 20,1 ° C. gegen 20,0 ° C. — W. Fischer fand den Druck bei 5,0 ° C. = 34,2 mm.; bei 5,3 ° C. = 34,8 mm., die von uns angestellten Beobachtungen ergaben genau das gleiche Resultat.

In Anbetracht des von den verschiedenen Forschern angewandten Materiales und bei dem von Tammann nachgewiesenen Einfluss, den gewisse geringe Verunreinigungen auf die Tension des Benzols ausüben können, darf die Übereinstimmung mit den Zahlen Regnault's als vollauf genügend bezeichnet werden.

Bei den Zahlen Young's ist zu bemerken, dass die von diesem Forscher berechneten[3]) Zahlen sich aus-

[1]) Kahlbaum, „Siedetemperatur und Druck." Leipzig, Barth 1885, pag. 95.

[2]) Wiedemann, Annal., Bd. 28, 1886, pag. 429.

[3]) Young, a. a. O. pag. 501.

nahmslos den von uns gegebenen nicht unwesentlich mehr nähern, als die in Tabelle 10 zum Vergleich benutzten, die den Beobachtungen entnommen sind. Gerade bei hohen Temperaturen weichen Young's Berechnungen von seinen Beobachtungen erheblich ab, so zu unseren Gunsten bei 80 ° C. um 1,38 mm. Es dürfen demnach auch Young's Beobachtungen durchaus als Bestätigung der von uns gegebenen Zahlen angesehen werden.

Demnach gehen unsere Zahlen als beste bisher mitgeteilte aus der Prüfung hervor.

Zum Schlusse soll nicht unbemerkt bleiben, dass die vollkommene Übereinstimmung der von W. Fischer mittelst der statischen Methode gefundenen Resultate mit denen von uns auf dynamischem Wege bestimmten einen weitern Beweis für die Koïncidenz beider Methoden liefert. —

Brombenzol. $C_6 H_5 — Br$.

Das von C. A. F. Kahlbaum bezogene Produkt zeigte bei einer Probedestillation, dass es nicht ganz frei von Feuchtigkeit war. Es wurde deshalb zunächst einer fraktionirten Destillation im Vacuum unter Zuhilfenahme des Schulz'schen Apparates[1]) unterworfen. So gereinigt gieng das Brombenzol, abgesehen von einigen Tropfen Vorlauf völlig klar über.

120 cc. dieses Produktes wurden zur Bestimmung des Siedepunktes aus einer kleinen Platinkolonne destillirt. Dabei giengen, Thermometer ganz in Dampf, unter dem Druck 741,1 mm. red. über

20 cc.	bei	154,5 ° C.
40 cc.	„	154,8 ° „

---

[1]) Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 23, 1890, pag. 3568. —

60 cc. bei 154,8 ° C.
80 cc. „ 154,8 ° „
100 cc. „ 154,9 ° „
der Rest „ bis 155,4 ° „

Auch dieser Siedepunkt darf als recht konstant bezeichnet werden. Auf 760 mm. bezogen, würde sich der Siedepunkt zu 155,5 ° C. stellen. Nach Ausführung der ganzen Bestimmungsreihen wurde der Siedepunkt korr. bei 155,4 ° C. gefunden.

Es wurde somit ein Brombenzol

vom *Sdp.* $\begin{matrix}0\,^{\circ}\,\text{C.}\\760\,\text{mm.}\end{matrix}$ = 155,5 ° C. verwendet.

Als beste frühere Angaben finden sich:

A. Adrieenz[1]) *Sdp.* $\begin{matrix}0\,^{\circ}\,\text{C.}\\760\,\text{mm.}\end{matrix}$ = 155,2 ° C.

J. W. Brühl[2]) „ = 155,5 ° „

Bei dem Brombenzol mit einem Siedepnnkt von 155,5 ° C. war es sehr wohl möglich, die Beobachtung auch noch bis auf die tiefsten Drucke auszudehnen, immerhin sinkt auch bei diesem Stoffe noch der Siedepunkt so erheblich, dass es besonders im Jahre 1893 mit seinem so früh einfallenden und heissem Sommer unmöglich war, die im Mai für höhere Drucke begonnenen Bestimmungen auch auf die tiefsten Drucke auszudehnen. Das konnte, da z. B. bei einem Drucke von 0,5 mm. das Brombenzol schon bei 6,6 ° C. siedet, erst bei winterlicher Temperatur stattfinden. Demnach musste die Fortsetzung dieser Bestimmungsreihe auf 8 Monate verschoben werden. Dass trotzdem die beiden zeitlich so weit von einander getrennten Bestimmungsreihen dennoch vollkommen in einander übergehen, dass also nach 8 Monaten genau die gleichen Siedepunkte wiedergefunden wurden, darf als ein wei-

---

[1]) Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 6, 1873, pag. 443. — Vgl. Anm. 8, pag. 4. —

[2]) Liebig Annal., Bd. 200, 1880, pag. 187. —

terer Beweis für die Exaktheit der gewählten Methode gelten.

In der folgenden Tabelle 11 bedeutet:

T. = die Lufttemperatur.
B. o. = die obere Quecksilberkuppe im Barometerrohr.[1])
B. u. = den Teilstrich, bis zu dem das Barometerrohr in das Gefäss eintaucht.[1])
Temp. = den beobachteten Siedepunkt (korr.). — Vergl. pag. 5. —
B. K. = den äusseren Luftdruck.
T. K. = die Temperatur um das messende Barometer B. K.
B. K. red. = die auf 0° reduzirte Quecksilberhöhe dieses Instrumentes.
B. red. = die auf 0° reduzirte Höhe des den Druck im Apparat messenden Barometers.
Druck = den im Apparate herrschenden Druck.

Die in der folgenden Tabelle mitgeteilten Bestimmungen sind mit Hilfe der Quecksilberluftpumpe ausgeführt. Die Bedeutung der Kolonnen bleibt für alle diejenigen Tabellen, die solche Zahlen bringen, die gleiche.

Mögen nun die beobachteten Zahlen folgen:

---

[1]) Vergl. hierzu: Kahlbaum, Dampfspannkraftmessungen, pag. 173 und Tafel IX. —

Tabelle 11.

Brombenzol.

Quecksilberluftpumpe.

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B.K.	T.K.	B. K. red.	B.red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
7	753,3	10,0	16,2	745,5	10	744,2	742,4	1,8
7	754,0	10,0	10,1	745,3	10	744,0	743,1	0,9
6	754,1	10,0	5,9	745,0	10	743,7	743,3	0,4
6	754,1	10,0	4,5	744,9	10	743,6	743,3	0,3
6	753,9	10,0	6,5	744,8	10	743,5	743,1	0,4
6	753,5	10,0	10,2	744,8	10	743,5	742,7	0,8
7	753,1	10,0	13,0	744,7	10	743,2	742,2	1,2
7	752,6	10,0	15,5	744,6	10	743,3	741,7	1,6
8	752,1	10,0	16,1	744,3	12	742,8	741,1	1,7
8	751,7	10,0	18,0	744,3	12	742,8	740,7	2,1
8	751,2	10,0	19,3	744,1	12	742,6	740,2	2,4
8	750,9	10,1	21,1	744,0	12	742,5	739,8	2,7
8	750,6	10,1	22,7	744,0	12	742,5	739,5	3,0
8	750,1	10,1	25,0	744,1	12	742,6	739,0	3,6
8	749,7	10,2	27,2	744,2	12	742,7	738,5	4,2
8	749,6	10,2	28,5	744,4	12	743,0	738,4	4,6
8	749,1	10,2	29,9	744,3	11	742,9	737,9	5,0
8	748,7	10,2	31,5	744,4	11	743,0	737,5	5,5
8	748,1	10,2	32,7	744,3	12	742,8	736,9	5,9
8	747,1	10,3	34,6	744,3	12	742,8	735,8	7,0
8	746,2	10,3	36,5	744,4	12	742,9	734,9	8,0
8	745,3	10,4	38,4	744,4	12	742,9	733,9	9,0
8	744,5	10,4	40,0	744,4	12	742,9	733,1	9,S
8	743,8	10,4	41,3	744,4	12	742,9	732,4	10,5
8	743,0	10,4	42,6	744,5	13	742,8	731,6	11,2
8	742,2	10,4	43,9	744,5	13	742,8	730,8	12,0
8	741,2	10,4	45,5	744,5	13	742,8	729,8	13,0
3	756,4	10,0	0,0	747,8	13	746,1	746,0	0,1
4	756,6	10,0	1,5	747,9	13	746,2	746,1	0,1
4	756,3	10,0	5,3	747,9	13	746,2	745,8	0,4
4	756,2	10,0	6,9	747,9	12	746,3	745,7	0,6
7	756,9	10,0	3,5	748,0	13	746,3	746,0	0,3

Tabelle 11 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B.K.	T.K.	B. K. red.	B.red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
7	756,6	10,1	8,3	748,0	13	746,3	745,6	0,7
7	756,1	10,0	10,7	747,7	12	746,1	745,2	0,9
8	755,9	10,1	13,3	747,7	12	746,1	744,8	1,3
8	755,4	10,2	15,9	747,5	12	745,9	744,2	1,7
8	755,1	10,3	17,9	747,5	12	745,9	743,8	2,1
8	754,9	10,4	19,5	747,6	12	746,0	743,5	2,5
8	754,5	10,5	21,3	747,4	12	745,8	743,0	2,8
8	753,7	10,5	24,1	747,2	12	745,6	742,2	3,4
8	752,9	10,6	27,4	747,2	12	745,6	741,3	4,3
8	752,0	10,6	30,7	747,2	12	745,6	740,4	5,2
8	751,0	10,6	32,9	747,1	12	745,5	739,4	6,1
8	750,1	10,7	35,1	747,1	12	745,5	738,4	7,1
8	749,1	10,7	36,7	747,1	12	745,5	737,4	8,1
16	753,5	11,0	31,3	747,7	14	745,9	740,4	5,5
16	752,4	11,0	33,9	747,7	14	745,9	739,3	6,6
17	751,3	11,0	36,2	747,7	14	745,9	738,1	7,8
17	750,5	11,1	38,0	747,7	14	745,9	737,2	8,7
17	749,8	11,1	39,9	747,9	14	746,1	736,5	9,6
17	748,9	11,1	41,5	748,0	15	746,2	735,6	10,6
17	748,1	11,1	43,1	748,1	15	746,2	734,8	11,4
17	747,0	11,2	45,0	748,2	15	746,2	733,6	12,6
17	746,0	11,2	46,0	748,2	15	746,2	732,6	13,6
17	745,1	11,2	47,1	748,3	15	746,3	731,7	14,6
17	743,9	11,2	49,0	748,5	15	746,5	730,5	16,0

Die folgende Tabelle 12 bringt die unter Zuhilfenahme der Wasserluftpumpe gemachten Beobachtungen.

Die Bedeutung der Kolonnen ist die auf Seite 5 angegebene.

Tabelle 12.

Brombenzol.

Wasserluftpumpe.

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
26	727,7	728,0	43,1	739,3	25	736,1	724,6	11,5
26	727,1	727,5	44,1	739,3	25	736,1	724,0	12,1
26	726,2	726,7	45,3	739,3	25	736,1	723,2	12,9
26	725,5	725,7	46,5	739,4	25	736,2	722,3	13,9
26	724,4	724,5	47,7	739,5	25	736,3	721,3	15,0
26	723,2	723,4	49,0	739,5	25	736,3	720,1	16,2
26	722,2	722,4	50,3	739,6	25	736,4	719,1	17,3
26	721,6	721,8	50,7	739,6	25	736,4	718,5	17,9
26	720,7	721,0	51,7	739,6	25	736,4	717,7	18,7
26	719,8	720,1	52,6	739,6	25	736,4	716,8	19,6
26	719,0	719,2	53,3	739,6	25	736,4	715,9	20,5
26	718,2	718,4	53,9	739,6	25	736,4	715,1	21,3
26	717,1	717,4	55,0	739,6	25	736,4	714,1	22,3
26	716,2	716,5	55,7	739,6	25	736,4	713,2	23,2
26	715,4	715,7	56,5	739,8	25	736,6	712,4	24,2
26	714,6	714,7	57,4	739,8	25	736,6	711,5	25,1
26	713,3	713,6	58,4	739,9	25	736,7	710,3	26,4
26	712,4	712,7	59,3	739,9	25	736,7	709,4	27,3
26	711,6	712,1	59,7	740,0	25	736,8	708,7	28,1
26	710,7	711,2	60,5	740,0	25	736,8	707,8	29,0
26	710,0	710,4	61,0	740,0	25	736,8	707,0	29,8
26	709,0	709,3	61,7	740,0	25	736,8	706,0	30,8
26	708,2	708,7	62,3	740,0	25	736,8	705,3	31,5
26	707,4	707,7	62,7	740,0	25	736,8	704,4	32,4
23	708,2	708,4	63,0	741,0	23	738,1	705,5	32,6
23	707,6	707,8	63,5	741,0	23	738,1	704,9	33,2
23	706,6	707,0	63,9	741,0	23	738,1	704,0	34,1
23	705,9	706,1	64,5	741,0	23	738,1	703,2	34,9
23	704,9	705,3	65,1	741,0	23	738,1	702,3	35,8
23	703,9	704,3	65,8	741,0	23	738,1	701,3	36,8
23	702,4	703,0	66,4	741,0	23	738,1	699,9	38,2
25	700,1	700,4	67,3	740,4	24	737,3	697,3	40,0

Tabelle 12 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
25	699,3	699,5	68,1	740,4	24	737,3	696,4	40,9
25	698,3	698,6	68,8	740,4	24	737,3	695,5	41,8
26	697,2	697,7	69,3	740,4	24	737,3	694,3	43,0
26	696,2	696,4	69,9	740,4	24	737,3	693,1	44,2
26	695,2	695,4	70,4	740,4	24	737,3	692,1	45,2
28	694,2	694,4	70,8	739,8	25	736,6	690,9	45,7
28	693,0	693,2	71,4	739,8	25	736,6	689,8	46,8
28	692,1	692,3	71,9	739,7	25	736,5	688,9	47,6
28	691,3	691,5	72,3	739,7	25	736,5	688,1	48,4
28	689,8	690,0	72,8	739,5	25	736,3	686,6	49,7
28	689,0	689,2	73,3	739,5	25	736,3	685,8	50,5
18	698,6	699,0	72,5	747,2	15	745,2	696,6	48,6
19	696,7	697,0	73,5	747,2	15	745,2	694,6	50,6
19	696,0	696,2	73,9	747,2	15	745,2	693,8	51,4
19	694,5	694,9	74,4	747,3	15	745,3	692,4	52,9
18	692,4	692,8	74,6	745,6	16	743,5	690,4	53,1
19	691,3	691,7	75,1	745,6	16	743,5	689,2	54,3
19	690,2	690,6	75,6	745,7	16	743,6	688,1	55,5
28	726,4	726,6	44,8	739,4	28	735,8	723,0	12,8
28	726,0	726,1	45,7	739,4	26	736,1	722,6	13,5
28	725,4	725,5	46,1	739,4	26	736,1	722,0	14,1
28	724,4	724,4	47,8	739,4	26	736,1	720,9	15,2
27	722,2	722,4	50,0	739,4	26	736,1	718,9	17,2
27	717,5	717,7	54,5	739,4	26	736,1	714,2	21,9
27	714,5	714,6	57,3	739,4	26	736,1	711,2	24,9
27	710,4	710,6	60,4	739,4	26	736,1	707,2	28,9
27	707,1	707,2	63,0	739,4	26	736,1	703,8	32,3
27	705,0	705,2	64,4	739,4	26	736,1	701,8	34,3
27	703,3	703,5	65,4	739,4	26	736,1	700,1	36,0
27	702,3	702,5	65,9	739,4	26	736,1	699,1	37,0
27	699,4	699,5	67,8	739,5	26	736,2	696,2	40,0
27	697,2	697,5	68,9	739,5	26	736,2	693,1	42,1
27	696,0	696,0	69,8	739,5	26	736,2	692,7	43,5
27	694,4	694,6	70,5	739,5	26	736,2	691,2	45,0
23	699,3	699,6	68,1	740,4	23	737,5	696,7	40,8

Tabelle 12 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
24	695,7	696,0	70,1	740,4	23	737,5	693,0	44,5
24	693,5	693,9	71,2	740,4	23	737,5	690,8	46,7
24	691,5	691,4	72,5	740,3	23	737,4	688,4	49,0
25	639,0	639,0	90,1	740,3	23	737,4	636,2	101,2
25	597,5	597,5	102,0	740,3	24	737,4	581,9	156,5
26	535,5	535,5	110,0	740,2	24	737,1	533,0	204,1
26	533,0	533,0	116,4	740,2	24	737,1	486,3	250,8
26	438,0	438,0	121,8	740,2	24	737,1	438,0	299,1
26	323,5	323,5	132,6	740,0	24	736,9	323,5	413,4
26	238,5	238,5	139,2	740,0	24	736,9	237,4	499,5
27	141,0	141,0	145,7	739,8	24	736,7	140,3	596,4
27	137,0	137,0	152,2	739,8	24	736,7	36,8	699,9

Die in Tabelle 11 und 12 gegebenen Zahlen sind in der folgenden Tabelle nach der Grösse des Druckes geordnet zusammengestellt. Wie sie hier mitgeteilt sind, d. h. unter vorherigem Anbringen aller Korrekturen, wurden sie zur Konstruktion der Kurven benutzt.

Tabelle 13.

Brombenzol.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,1	0,0	0,7	8,3	1,7	16,1	3,0	22,7
0,1	1,5	0,8	10,2	1,8	16,2	3,4	24,1
0,3	3,5	0,9	10,1	2,1	17,9	3,6	25,0
0,3	4,5	0,9	10,6	2,1	18,0	4,2	27,2
0,4	5,3	1,2	13,0	2,4	19,3	4,3	27,4
0,4	5,9	1,3	13,3	2,5	19,5	4,6	28,5
0,4	6,5	1,6	15,5	2,7	21,1	5,0	29,9
0,6	6,9	1,7	15,9	2,8	21,3	5,2	30,7

Tabelle 13 (Fortsetzung).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
5,5	31,3	13,9	46,5	31,5	62,3	46,8	71,4
5,5	31,5	14,1	46,4	32,3	63,0	47,6	71,9
5,9	32,7	14,6	47,1	32,4	62,7	48,4	72,3
6,1	32,9	15,0	47,7	32,6	63,0	48,6	72,4
6,6	33,9	15,2	47,8	33,2	63,5	49,0	72,3
7,0	34,6	16,0	48,8	34,1	63,9	49,7	72,8
7,1	35,1	16,2	49,0	34,3	64,4	50,5	73,3
7,8	36,2	17,2	50,0	34,9	64,5	50,6	73,4
8,0	36,5	17,3	50,3	35,8	65,1	51,4	73,8
8,1	36,7	17,9	50,7	36,0	65,4	52,9	74,4
8,7	38,0	18,7	51,7	36,8	65,8	53,1	74,5
9,0	38,4	19,6	52,6	37,0	65,9	54,3	75,0
9,6	39,9	20,5	53,3	38,2	66,4	55,5	75,5
9,8	40,0	21,3	53,9	40,0	67,7	101,2	90,1
10,5	41,3	21,9	54,5	40,0	67,8	156,5	102,0
10,6	41,5	22,3	55,0	40,8	68,1	204,1	110,0
11,2	42,6	23,2	55,7	40,9	68,1	250,8	116,4
11,4	43,1	24,2	56,5	41,8	68,8	299,1	121,8
11,5	43,1	24,9	57,3	42,1	68,9	413,4	132,6
12,0	43,9	25,1	57,4	43,0	69,3	499,5	139,2
12,1	44,1	26,4	58,4	43,5	69,8	596,4	145,7
12,6	45,0	27,3	59,2	44,2	69,9	699,9	152,2
12,8	44,8	28,1	59,7	44,5	70,1	741,1	154,8
12,9	45,3	28,9	60,4	45,0	70,5	743,5	154,8
13,0	45,5	29,0	60,5	45,2	70,4	760,0	155,4
13,5	45,7	29,8	61,0	45,7	70,8	760,0	155,5
13,6	46,0	30,8	61,7	46,7	71,2		

Auch bei dem Brombenzol wurde noch einmal Gelegenheit genommen, die Berechtigung der graphischen Interpolationsmethode zu prüfen. Zu dem Zwecke wurden zwei Kurven unter Anwendung sämtlicher Bestimmungen, wie sie Tabelle 13 aufführt, konstruirt, die eine vom Verfasser (Kurve W), die andere von Herrn Prof. Kahlbaum (Kurve K).

Tabelle 14 zeigt die Resultate dieser beiden Kurven nach den Drucken geordnet. Für die im grossen Massstabe (vergl. pag. IX) ausgeführte Kurve bis zu 55 mm. ist die Übereinstimmung eine ganz vorzügliche zu nennen. Nur einmal zwischen 3 und 4 mm. Druck findet eine Abweichung statt von im Maximum 0,4 °. Da aber in diesem Interwall eine Druckabnahme um 0,5 mm. einer Temperaturabnahme von 2 ° entspricht, so will auch diese Abweichung, die nur $\pm$0,1 mm. Druck ausdrückt, nichts bedeuten. Zudem zeigt die Kurve W mit einer Differenz von 1,8 ° von 3,5—4,0 mm. und mit 2 ° von 4,0—4,5 mm., dass hier ein konstruktiver Fehler vorliegt. Nicht weniger günstig darf die Übereinstimmung für den im kleineren Masstabe konstruirten Teil der Kurve von 50—760 mm. Druck genannt werden. Nur zweimal und auch da nur um 0,1 wird die für den unteren Teil der Kurve geltende Maximaldifferenz überschritten. Davon das eine Mal bei dem immer etwas vagen Punkt 75 mm. Druck, der gerade zwischen den beiden Kurvenstücken verschiedener Axenentfernung liegt, und deshalb immer besondere Schwierigkeiten bietet.

Aus dem Vergleich geht also auf das deutlichste hervor, dass die graphische Konstruktion sich auch frei hält von Fehlern, die etwa der Individualität des Zeichnenden, also dem sogenannten persönlichen Fehler, zugeschrieben werden könnten.

Tabelle 14.

Dampfspannkraft des Brombenzol, nach mm. geordnet.

Druck	Kurve W. Temp.	Kurve K. Temp.	Druck	Kurve W. Temp.	Kurve K. Temp.	Druck	Kurve W. Temp.	Kurve K. Temp.
mm.	° C.	° C.	mm.	° C.	° C.	mm.	° C.	° C.
0,5	6,6	6,5	21	53,7	53,7	46	71,0	70,9
1,0	10,9	10,9	22	54,6	54,6	47	71,5	71,4
1,5	14,6	14,6	23	55,5	55,5	48	72,0	72,0
2,0	17,6	17,5	24	56,4	56,4	49	72,5	72,5
2,5	20,2	20,0	25	57,3	57,3	50	73,0	73,0
3,0	22,6	22,3	26	58,1	58,1	51	73,5	73,5
3,5	24,7	24,4	27	58,9	58,9	52	74,0	74,0
4,0	26,5	26,3	28	59,7	59,7	53	74,4	74,4
4,5	28,5	28,1	29	60,4	60,5	54	74,9	74,9
5,0	29,8	29,8	30	61,1	61,2	55	75,4	75,4
6	32,4	32,5	31	61,8	61,9	75	82,3	82,8
7	34,8	34,8	32	62,5	62,6	100	89,6	90,0
8	36,9	36,9	33	63,2	63,3	150	100,8	101,0
9	38,8	38,8	34	63,9	64,0	200	109,3	109,5
10	40,6	40,6	35	64,6	64,7	250	116,1	116,3
11	42,3	42,3	36	65,3	65,3	300	121,9	122,0
12	43,8	43,9	37	65,9	65,9	350	127,0	127,1
13	45,2	45,3	38	66,5	66,5	400	131,4	131,6
14	46,5	46,5	39	67,1	67,1	450	135,8	135,4
15	47,7	47,7	40	67,7	67,7	500	139,9	139,4
16	48,8	48,8	41	68,3	68,3	550	143,0	142,7
17	49,9	49,9	42	68,9	68,9	600	146,0	145,9
18	50,9	50,9	43	69,5	69,4	650	149,4	149,5
19	51,9	51,9	44	70,0	69,9	700	152,3	152,5
20	52,8	52,8	45	70,5	70,4	750	154,9	155,0
						760	155,5	155,5

Tabelle 15.

Kochpunkte des Brombenzol, nach ° C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.
5	0,4	40	9,6	55	22,4	70	44,2
10	0,9	41	10,2	56	23,5	71	46,1
15	1,6	42	10,8	57	24,7	72	48,0
20	2,5	43	11,4	58	25,9	73	50,0
25	3,7	44	12,1	59	27,1	74	52,1
30	5,1	45	12,8	60	28,3	75	54,2
31	5,4	46	13,6	61	29,7	80	66,2
32	5,8	47	14,4	62	31,1	90	100,0
33	6,2	48	15,2	63	32,5	100	144,0
34	6,6	49	16,1	64	34,0	110	203,0
35	7,1	50	17,1	65	35,6	120	278,0
36	7,6	51	18,1	66	37,2	130	379,0
37	8,1	52	19,1	67	38,9	140	505,0
38	8,6	53	20,2	68	40,6	150	607,0
39	9,1	54	21,3	69	42,3		

Die vorstehende Tabelle 15 bringt die Zahlen, wie sie von der Kurve K abgelesen wurden.

Auch für das Brombenzol liegen Beobachtungen für Drucke bis zu 5 mm. wenigstens vor und zwar von Ramsay und Young[1]) und von Hrn. Young[2]) allein. Da letzterer seine Zahlen mit denen von ihm und Hrn. Ramsay gemeinschaftlich bestimmten vermengt hat, so glaubten wir das gleiche thun zu können und die in der folgenden Tabelle 16 unter Young gegebenen Zahlen aus beiden Arbeiten ableiten zu dürfen. Diese Zahlen wurden gewonnen, indem aus den beobachteten und berechneten Werten der genannten Herren zwei Kurven in den für unsere Interpolationen gewählten Masstäben konstruirt wurden.

---

[1]) Chem. Soc. Journ. Vol. 47, 1885, pag. 646. —
[2]) Ebenda, Vol. 55, 1889, pag. 503. —

Tabelle 16.

Druck	v. Wirkner	Young	Differenz	Druck	v. Wirkner	Young	Differenz
mm.	° C.	° C.	° C.	mm.	° C.	° C.	° C.
5	29,8	27,8	—2,0	36	65,3	65,8	+0,5
6	32,5	30,9	—1,6	37	65,9	66,4	+0,5
7	34,8	33,6	—1,2	38	66,5	67,0	+0,5
8	36,9	36,0	—0,9	39	67,1	67,5	+0,4
9	38,8	38,1	—0,7	40	67,7	68,1	+0,4
10	40,6	40,0	—0,6	41	68,3	68,6	+0,3
11	42,3	41,8	—0,5	42	68,9	69,2	+0,3
12	43,9	43,5	—0,4	43	69,4	69,7	+0,3
13	45,3	45,0	—0,3	44	69,9	70,2	+0,3
14	46,5	46,3	—0,2	45	70,4	70,7	+0,3
15	47,7	47,6	—0,1	46	70,9	71,2	+0,3
16	48,8	48,9	+0,1	47	71,4	71,7	+0,3
17	49,9	50,0	+0,1	48	72,0	72,2	+0,2
18	50,9	51,2	+0,3	49	72,5	72,7	+0,2
19	51,9	52,3	+0,4	50	73,0	73,2	+0,2
20	52,8	53,3	+0,5	75	82,8	84,0	+1,2
21	53,7	54,3	+0,6	100	90,0	91,0	+1,0
22	54,6	55,2	+0,6	150	101,0	101,9	+0,9
23	55,5	56,1	+0,6	200	109,5	110,4	+0,9
24	56,4	57 0	+0,6	250	116,3	117,2	+0,9
25	57,3	57,9	+0,6	300	122,0	122,9	+0,9
26	58,1	58,8	+0,7	350	127,1	128,0	+0,9
27	58,9	59,6	+0,7	400	131,6	132,7	+1,1
28	59,7	60,3	+0,6	450	135,4	136,7	+1,3
29	60,5	61,1	+0,6	500	139,4	140,5	+1,1
30	61,2	61,8	+0,6	550	142,7	143,9	+1,2
31	61,9	62,6	+0,7	600	145,9	147,0	+1,1
32	62,6	63,2	+0,6	650	149,5	150,0	+0,5
33	63,3	64,0	+0,7	700	152,5	152,9	+0,4
34	64,0	64,6	+0,6	750	155,0	155,8	+0,8
35	64,7	65,2	+0,5	760	155,5	156,9	+1,4

Ein Vergleich der Kurven, welche durch die Zahlen der vorstehenden Tabelle 16 dargestellt werden, ergibt zunächst, dass sich dieselben etwa bei 15 mm. Druck

durchschneiden. Bis zu dem Punkt hat Hr. Young für gleiche Drucke stets niederere Siedepunkte gefunden, während von da an seine Beobachtungen die höheren bleiben.

Die Abweichungen sind wohl bemerkbare ohne jedoch wirklich zu schwerwiegenden zu werden, denn die höchste Differenz von 2° C. bei 5 mm. Druck darf, da es sich um Beobachtungen an verschiedenem Material und in verschiedenen Apparaten handelt, keine bedeutende genannt werden.

Dennoch wird die Frage aufgeworfen werden müssen, welcher von den beiden Kurven das höhere Vertrauen gebührt. An und für sich schon wird sich derjenigen Kurve das grössere Vertrauen zuwenden, welche sich auf die grösste Zahl von Beobachtungen stützt; das aber ist zweifellos die unsere.

Für die Drucke zwischen 5 und 50 mm. standen Hrn. Young nur 13 Beobachtungen zur Verfügung, während wir für das gleiche Interwall deren 90 zur Konstruktion der Kurve verwenden konnten. In jenem Teil der Kurven zwischen 16 und 45 mm., wo sich dieselben bei etwa 30 mm. mit einer Differenz von 0,7° am weitesten von einander entfernen, liegen 24 unserer Beobachtungen direkt in der Kurve selbst, d. h. die Abweichungen bleiben unter 0,05 mm. Auf der gleichen Strecke fällt von den fünf Beobachtungen des Hrn. Young nur eine genau in die Kurve, die anderen weichen um 0,1 bis 0,5 mm. von derselben ab.

Der obere Teil der Kurve von 50 bis 760 mm. beruht auf den von den Herren Young und Ramsay gemeinschaftlich angestellten Untersuchungen. Hier schliessen sich die Beobachtungen der englischen Forscher unserer Kurve noch besser an als der von diesen aus ihren eigenen Werten berechneten, wie das die folgende kleine Tabelle 17 zeigt. So geht denn auch aus dieser Prüfung die von uns bestimmte Kurve als die bessere hervor, woraus übrigens kein Tadel für die englischen Forscher erwachsen soll. —

Tabelle 17.

Temp.	Druck				
	Beobachtg. Young	Ablesung Young	Differenz Beobtg. u. Ablesg. Young	Ablesung v. Wirkner	Differenz Y.—W.
° C.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
143,4	551,4	544	— 7,4	556	+4,6
147,4	623,3	610	—13,3	620	—3,0
150,3	663,3	653	—10,3	663	—0,3
154,4	739,3	728	—11,3	736	—3,3

Dass der obere Teil der Kurve des Hrn. Young erheblich zu steil ist, lässt sich auch aus dem Folgenden entnehmen. Auf pag. 509 seiner Arbeit über die Dampfspannkraft des Benzols und seiner Halogenderivate findet sich der Siedepunkt bei 760 mm. zu 156,0 ° C. angegeben, dagegen ergibt die Ablesung der Kurve für den gleichen Druck als Siedepunkt 156,9 ° C. — Aus der Beobachtung bei 739,3 mm. 154,4 ° C. würde sich nach Massgabe der Kopp'schen und Kahlbaum'schen Angaben berechnen lassen 155,2 ° C., was mit den von uns gefundenen 155,5 ° genügend gut übereinstimmen würde, dagegen um 1,7 ° C. unter der Kurve Young's bleiben würde, als weiterer Beweis für die zu grosse Steilheit derselben.

Auch Kahlbaum[1]) hat schon in seinem grösseren Werke, in dem er für 50 Stoffe die Siedekurven in Näherungswerten natürlich nur, wie das bei einer so grossen Zahl von Stoffen selbstverständlich ist, bestimmte, Brombenzol untersucht. Die Zahlen[2]), die er gefunden, mit den unseren verglichen, geben folgendes: Bei 7,5 mm. Druck, K. = 36,3 ° C. und W. = 35,9 ° C.; — bei 10 mm.

---

[1]) Kahlbaum „Siedetemperatur und Druck", pag. 95.
[2]) Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 18, 1885, pag. 2107. —

K. = 41,5 ° und W. = 40,6 °; — bei 12,5 mm. K. = 45,7 ° und W. = 44,6 °; — bei 15 mm. K. = 49,6 ° und W. = 47,7 °; — bei 17,5 mm. K. = 52,8 ° und W. = 50,4 °; — bei 20 mm. K. = 55,7 ° und W. = 52,8 °; — bei 22,5 mm. K. = 58,1 ° und W. = 55,1 °. — Da K. ein Brombenzol vom *Sdp.* $^{0\,°}_{760\text{ mm.}}$ = 156,0 ° anwandte, so sind die von ihm auch sonst etwas zu hoch gefundenen Werte durchaus berechtigt. Die Abweichungen selbst halten sich durchaus innerhalb der von K. selbst angegebenen Fehlergrenzen. —

Benzaldehyd. $C_6H_5 — CHO$.

Da sich der Siedepunkt des aus der Kahlbaum'schen Fabrik bezogenen Präparates gleich bei der ersten Probedestillation als in hohem Masse konstant erwies, indem 80 cc. innerhalb 0,2 ° C. übergingen, so konnte von einer weiteren Reinigung abgesehen werden.

Zur Bestimmung des Siedepunktes wurde unter dem Drucke von 734,5 mm. korr. 100 cc. aus einer Platinkolonne destillirt.

Dabei gingen über

10 cc.	bei	177,2 °	C.
30 „	„	177,3	„
50 „	„	177,3	„
70 „	„	177,3	„
90 „	„	177,4	„

Auf 760 mm. nach Massgabe der Kahlbaum'schen Bestimmungen bezogen, ergibt sich der Siedepunkt zu 178,25 ° C. — Nach Ausführung der ganzen Bestimmungsreihen wurde der korr. Siedepunkt wiederum bei 178,3 ° C. gefunden, so dass ein Benzaldehyd vom *Sdp.* $^{0\,°}_{760\text{ mm.}}$ = 178,3 ° C. verwendet wurde.

Ältere Angaben, bei denen der Bestimmung des Siedepunktes Sorgfalt zugewendet worden ist, finden sich nur bei Kopp[1]), der 179,4 ° C. als korr. Sdp. bei 760 mm. angibt, und Kahlbaum[2]), der ein bei 180,0 ° C. siedendes Produkt für seine Bestimmungen verwendete.

Mit diesem Präparat wurden die nachfolgenden Bestimmungen unter Anwendung der Quecksilber- und der Wasserluftpumpe ausgeführt, deren Originale in Tabellen 18 und 19 folgen.

Tabelle 18.

Benzaldehyd.

Quecksilberluftpumpe.

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
24	749,8	11,1	50,2	743,3	22	740,5	735,6	4,9
24	750,0	11,1	49,3	743,4	22	740,6	735,8	4,8
24	750,1	11,1	49,9	743,4	22	740,6	735,9	4,7
24	750,2	11,1	48,6	743,4	22	740,6	736,0	4,6
24	750,3	11,1	48,5	743,5	22	740,7	736,1	4,6
25	751,8	11,8	47,1	743,7	22	740,9	736,8	4,1
25	752,1	11,8	45,6	743,8	22	741,0	737,1	3,9
25	752,5	11,8	44,4	743,8	22	741,0	737,5	3,5
25	752,9	11,8	43,5	743,9	22	741,1	737,9	3,2
25	753,1	11,8	42,4	744,0	23	741,1	738,1	3,0
25	753,2	11,8	41,9	744,0	23	741,1	738,2	2,9
25	753,8	11,8	40,3	744,2	23	741,3	738,8	2,5
25	754,1	11,8	38,9	744,3	23	741,4	739,1	2,3
25	754,6	11,8	37,4	744,6	23	741,7	739,6	2,1
25	755,0	11,8	36,6	744,8	23	741,9	740,0	1,9
25	755,3	11,8	34,9	744,9	23	742,0	740,3	1,7
25	758,0	11,8	33,3	747,5	23	744,5	743,1	1,4

[1]) Liebig Annal., Bd. 94, 1855, pag. 315. —
[2]) Kahlbaum „Siedetemperatur und Druck," pag. 92. —

Tabelle 18 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
25	758,3	11,7	30,6	747,5	23	744,5	743,4	1,1
25	758,4	11,7	29,3	747,5	23	744,5	743,5	1,0
25	758,1	11,8	34,3	747,5	23	744,5	743,1	1,4
25	757,8	11,8	36,1	747,5	23	744,5	742,8	1,7
25	757,1	11,8	40,5	747,6	23	744,6	742,1	2,5
25	756,5	11,8	41,9	747,5	23	744,5	741,5	3,0
25	756,0	11,8	44,5	747,5	23	744,5	741,0	3,5
25	755,5	11,8	46,7	747,5	23	744,5	740,5	4,0
25	755,0	11,8	48,7	747,5	23	744,5	740,0	4,5
25	754,3	11,8	50,5	747,5	24	744,4	739,3	5,1
25	753,9	11,8	52,3	747,6	24	744,5	738,9	5,6
25	753,3	11,8	53,5	747,6	24	744,5	738,3	6,2
25	752,9	11,8	55,1	747,7	24	744,6	737,9	6,7
25	752,2	11,8	56,5	747,7	24	744,6	737,2	7,4
25	751,6	11,8	57,9	747,7	24	744,6	736,6	8,0
25	751,0	11,8	59,1	747,7	24	744,6	736,0	8,6
25	750,5	11,8	60,5	747,7	24	744,6	735,5	9,1
25	750,0	11,8	61,5	747,7	24	744,6	735,0	9,6
25	749,5	11,8	62,1	747,7	24	744,6	734,5	10,1
25	748,9	11,8	63,1	747,7	24	744,6	733,9	10,7
25	748,1	11,8	64,3	747,8	24	744,7	733,1	11,6
25	747,6	11,8	65,3	747,8	24	744,7	732,6	12,1
25	746,5	11,8	66,6	747,8	24	744,7	731,5	13,2
25	745,3	11,8	68,3	747,8	24	744,7	730,3	14,4
25	744,2	11,8	70,3	747,8	24	744,7	729,2	15,5
25	743,0	11,8	72,1	747,8	24	744,7	728,0	16,7
20	749,3	11,7	21,9	737,8	18	735,5	735,0	0,5
21	749,4	11,9	26,3	737,9	19	735,5	734,8	0,7
21	749,4	11,9	25,5	737,9	19	735,5	734,8	0,7
22	749,1	11,9	27,9	737,9	20	735,3	734,4	0,9
22	748,9	11,9	31,3	737,9	20	735,3	734,2	1,1
22	748,6	11,9	32,1	737,8	20	735,2	733,9	1,3
22	748,3	11,9	34,7	737,7	20	735,1	733,6	1,5
22	748,0	11,9	36,3	737,7	20	735,1	733,3	1,8
22	747,8	11,9	37,9	737,7	20	735,1	733,1	2,0

Tabelle 18 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
22	747,6	11,9	39,1	737,7	20	735,1	732,9	2,2
22	747,1	11,9	40,9	737,6	21	734,9	732,4	2,5
22	746,6	11,9	43,3	737,6	21	734,9	731,9	3,0
22	747,9	11,7	19,5	736,3	20	733,7	733,4	0,3
22	747,9	11,7	19,3	736,3	20	733,7	733,4	0,3
22	747,6	11,7	20,7	736,2	21	733,5	733,1	0,4
22	747,6	11,7	21,3	736,2	21	733,5	733,1	0,4
22	747,6	11,8	21,9	736,1	21	733,4	733,0	0,4
22	747,6	11,8	22,1	736,1	21	733,4	733,0	0,4
22	747,3	11,8	25,3	736,1	21	733,4	732,7	0,7
22	747,0	11,8	27,5	736,0	21	733,3	732,4	0,9
22	746,6	11,8	31,7	736,0	21	733,3	732,0	1,3
22	746,6	11,8	31,9	736,0	21	733,3	732,0	1,3
22	746,6	11,8	32,5	736,0	21	733,3	732,0	1,3
22	746,0	11,8	36,3	735,9	21	733,2	731,4	1,8
22	745,7	11,8	38,7	735,9	21	733,2	731,1	2,1
22	745,7	11,8	38,6	735,9	21	733,2	731,1	2,1
22	745,1	11,8	40,5	735,7	21	733,0	730,5	2,5
22	744,4	11,8	44,1	735,7	21	733,0	729,8	3,2
22	743,9	11,8	45,9	735,7	21	733,0	729,3	3,7
19	741,0	10,6	31,3	731,5	17	729,3	728,0	1,3
19	740,9	10,8	33,5	731,6	18	729,3	727,9	1,4
19	740,6	10,7	36,3	731,6	18	729,3	727,5	1,8
19	740,0	10,7	38,7	731,4	18	729,1	726,9	2,2
19	739,6	10,8	41,3	731,4	18	729,1	726,4	2,7
19	739,0	10,8	43,2	731,3	18	729,0	725,8	3,2
19	738,6	10,9	45,3	731,3	18	729,0	725,3	3,7
19	737,9	10,9	47,5	731,2	18	728,9	724,6	4,3
19	737,3	10,9	49,9	731,2	18	728,9	724,0	4,9
20	736,4	10,9	51,7	730,9	19	728,5	723,0	5,5
21	736,0	10,9	54,0	731,1	19	728,7	722,4	6,3
21	735,3	10,9	55,8	731,0	19	728,6	721,7	6,9
21	734,9	10,9	56,5	731,1	19	728,7	721,3	7,4
21	734,3	10,9	58,1	731,1	19	728,7	720,7	8,0
21	733,8	10,9	59,3	731,1	19	728,7	720,1	8,6

Tabelle 18 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
21	733,1	10,9	60,5	731,1	19	728,7	719,5	9,2
21	732,5	11,0	61,8	731,0	19	728,6	719,9	9,7
20	731,9	10,9	62,4	731,1	19	728,7	718,5	10,2
20	731,0	10,9	64,1	731,2	20	728,7	717,6	11,1
20	723,3	10,9	73,9	731,3	20	728,8	709,9	18,9
20	722,1	10,9	75,5	731,3	20	728,8	708,7	20,1
21	721,0	11,0	76,7	731,3	20	728,8	707,4	21,4
21	719,9	11,0	77,8	731,4	20	728,9	706,3	22,6
21	719,0	11,0	79,1	731,7	20	729,2	705,4	23,8
22	727,1	11,0	71,3	731,3	21	729,6	713,4	16,2
22	728,4	11,0	69,8	732,3	21	729,6	714,7	14,9
22	729,7	11,0	68,5	732,4	21	729,7	716,0	13,7
22	730,4	11,0	67,3	732,6	21	729,9	716,7	13,2
22	732,9	11,0	63,5	732,7	21	730,0	719,2	10,8
19	734,3	10,7	64,1	735,2	19	732,8	721,2	11,6
19	733,9	10,7	65,1	745,1	19	732,7	720,8	11,9
20	733,3	10,8	66,1	735,0	19	732,6	720,0	12,6
21	732,8	10,8	67,1	735,0	19	732,6	719,4	13,2
21	732,1	10,9	67,9	734,9	20	732,4	718,6	13,8
21	731,5	10,9	68,8	734,8	20	732,3	718,0	14,3
21	730,9	10,9	69,4	734,7	20	732,2	717,4	14,8
21	729,5	11,0	71,1	734,6	20	732,1	715,9	16,2
21	728,2	11,0	72,3	734,5	20	732,0	714,6	17,4

Bei der Destillation des Benzaldehydes unter niederen Drucken zeigte sich, dass die Wände des Kolbens mit krystallinischen Gebilden in der Art der Eisblumen sich beschlugen, bevor noch das eigentliche Destilliren begann, trat dasselbe ein, so verschwand der krystallinische Beschlag. Eine bestimmte Erklärung dieser Erscheinung lässt sich nicht wohl geben, doch ist anzunehmen, dass sich dieselbe von einem Oxydationsprozess des Benzaldehydes zu Benzoësäure herschreibt. Bei höheren Drucken

über 5 mm. konnte Ähnliches nicht beobachtet werden. Versuche ergaben, dass ein Einfluss auf die Höhe des Siedepunktes durch Auftreten des Beschlages und wieder Lösen desselben nicht festgestellt werden konnte.

Die Bedeutung der Kolonnen der Tabelle 18 ist auf Seite 20, die der folgenden Tabelle 19 auf Seite 5 gegeben.

Tabelle 19.

Benzaldehyd.

Wasserluftpumpe.

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
22	720,6	720,8	66,8	733,6	20	731,1	718,0	13,1
22	720,1	720,3	67,7	733,7	20	731,2	717,5	13,7
22	719,5	719,6	68,9	733,8	20	731,3	716,9	14,4
22	718,5	718,7	70,6	733,9	20	731,4	715,9	15,5
22	717,8	718,0	71,7	734,0	20	731,5	715,2	16,3
22	716,5	716,7	72,9	734,0	20	731,5	713,9	17,6
22	715,8	716,0	73,7	734,1	20	731,6	713,2	18,4
22	714,8	715,0	74,7	734,2	20	731,7	712,2	19,5
22	713,8	714,0	75,7	734,2	20	731,7	711,2	20,5
22	712.8	713,0	76,6	734,2	20	731,7	710,2	21,5
22	711,8	712,0	77,5	734,1	20	731,6	709,2	22,4
22	710,8	711,0	78,4	734,1	20	731,6	708,2	23,4
22	709,9	710,1	79,3	734,2	20	731,7	707,3	24,4
22	708,8	708,8	80,2	734,1	20	731,6	706,1	25,5
22	707,8	707,8	81,1	734,2	20	731,7	705,1	26,6
22	706,8	706,9	81,8	734,2	20	731,7	704,2	27,5
22	705,7	705,9	82,4	734,2	20	731,7	703,2	28,5
22	704,8	704,8	83,2	734,2	20	731,7	702,2	29,5
22	703,8	703,8	83,9	734,2	20	731,7	701,2	30,5
22	702,9	703,1	84,6	734,4	20	731,8	700,3	31,5
22	702,0	702,2	85,2	734,5	20	731,9	699,4	32,5
22	701,3	701,5	85,9	734,8	20	732,2	698,7	33,5
22	700,5	700,6	86,6	734,9	20	732,3	697,9	34,4
22	699,6	699,8	87,2	735,1	20	732,5	697,0	35,5

Tabelle 19 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
22	698,7	698,9	87,8	735,1	20	732,5	696,1	36,4
22	697,8	697,8	88,5	735,1	20	732,5	695,1	37,4
19	698,6	698,8	88,8	736,6	18	734,3	696,4	37,9
19	698,1	698,2	89,2	736,6	18	734,3	695,9	38,4
19	697,1	697,3	89,8	736,6	18	734,3	694,9	39,4
19	696,2	696,2	90,5	736,6	18	734,3	693,9	40,4
19	695,1	695,2	90,9	736,7	18	734,4	692,9	41,5
19	694,1	694,2	91,5	736,7	18	734,4	691,9	42,5
19	693,3	693,4	92,1	736,9	18	734,6	691,1	43,5
19	692,3	692,4	92,6	737,0	18	734,7	690,1	44,6
19	691,5	691,6	93,1	737,0	18	734,7	689,3	45,4
19	690,5	690,6	93,7	737,0	18	734,7	688,3	46,4
19	689,5	689,5	94,2	737,0	18	734,7	687,2	47,5
19	688,4	688,5	94,6	737,0	18	734,7	686,2	48,5
19	687,5	687,5	95,1	737,0	18	734,7	685,2	49,5
19	686,3	686,6	95,5	737,0	18	734,7	684,2	50,5
19	723,8	723,8	67,0	737,0	18	734,7	721,4	13,3
19	722,3	722,4	69,3	737,0	18	734,7	720,0	14,7
19	720,8	720,9	71,3	737,0	18	734,7	718,5	16,2
19	718,9	719,0	73,3	736,9	18	734,6	716,6	18,0
19	716,9	717,1	75,1	736,9	18	734,6	714,6	20,0
19	715,3	715,3	77,0	737,1	18	734,8	712,9	21,9
19	713,2	713,4	78,7	737,0	18	734,7	711,0	23,7
19	710,6	710,7	81,3	737,5	18	735,2	708,3	26,9
19	709,6	709,7	82,1	737,5	18	735,2	707,3	27,9
19	707,7	707,7	83,5	737,5	18	735,2	705,3	29,9
19	706,0	706,0	84,7	737,7	18	735,4	703,7	31,7
19	704,0	704,2	86,1	737,7	18	735,4	701,7	33,7
19	702,1	702,2	87,2	737,6	18	735,3	699,8	35,5
19	700,0	700,1	88,6	737,6	18	735,3	697,7	37,6
20	698,3	698,5	89,6	737,5	18	735,2	696,0	39,2
20	696,2	696,2	90,9	737,6	18	735,3	693,9	41,4
20	694,3	694,4	92,0	737,6	18	735,3	692,0	43,3
20	690,3	690,4	94,2	737,8	18	735,5	688,0	47,5
20	686,8	686,8	96,0	737,9	18	735,6	684,4	51,2

Tabelle 19 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
15	687,2	687,4	95,2	737,4	17	735,2	685,5	49,7
15	636,9	636,9	112,6	737,6	17	735,4	635,2	100,2
16	587,0	587,0	123,6	737,2	17	735,0	585,4	149,6
17	536,5	536,5	131,9	737,3	17	735,1	534,9	200,2
17	486,4	486,4	138,5	737,2	17	735,0	485,0	250,0
17	436,5	436,5	144,1	737,2	17	735,0	435,2	299,8
17	336,0	336,0	154,1	737,2	17	735,0	335,0	400,0
17	236,7	236,7	162,3	737,0	17	734,8	236,3	498,5
17	135,8	135,8	169,3	737,0	17	734,8	135,8	599,4
17	35,2	35,2	175,1	737,0	17	734,8	35,1	699,7
17	585,5	585,5	123,8	737,0	17	734,8	583,8	151,0
17	434,0	434,0	144,7	737,1	17	734,9	432,7	302,2
17	134,1	134,1	169,7	737,1	17	734,9	133,7	601,2

Die folgende Tabelle 20 bringt die gesamten Beobachtungen nach den Drucken geordnet noch einmal, wie sie zur Konstruktion der Kurven verwendet wurden.

Tabelle 20.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,3	19,3	0,9	27,9	1,4	34,3	2,1	38,7
0,3	19,5	1,0	29,3	1,5	34,7	2,2	38,7
0,4	20,7	1,1	30,6	1,7	34,9	2,2	39,1
0,4	21,3	1,1	31,3	1,7	36,1	2,3	38,9
0,4	21,9	1,3	31,3	1,8	35,8	2,5	40,3
0,4	22,1	1,3	31,7	1,8	36,3	2,5	40,5
0,5	21,9	1,3	31,9	1,8	36,3	2,5	40,5
0,7	25,3	1,3	32,1	1,9	36,6	2,5	40,9
0,7	25,5	1,3	32,5	2,0	37,9	2,7	41,3
0,7	26,3	1,4	33,3	2,1	37,4	2,9	41,9
0,9	27,5	1,4	33,5	2,1	38,6	3,0	41,9

Tabelle 20 (Fortsetzung).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
3,0	42,4	9,6	61,5	18,0	73,3	37,6	88,6
3,0	43,3	9,7	61,8	18,4	73,7	37,9	88,8
3,2	43,2	10,1	62,1	18,9	73,9	38,4	89,2
3,2	43,5	10,2	62,4	19,5	74,7	39,2	89,6
3,2	44,1	10,7	63,1	20,0	75,1	39,4	89,8
3,5	44,4	10,8	63,5	20,5	75,5	40,4	90,5
3,5	44,5	11,1	64,1	20,5	75,7	41,4	90,9
3,7	45,3	11,6	64,3	21,4	76,7	41,5	90,9
3,7	45,9	11,6	64,1	21,5	76,6	42,5	91,5
3,9	45,6	11,9	65,1	21,9	77,0	43,3	92,0
4,0	46,7	12,1	65,3	22,4	77,5	43,5	92,1
4,1	47,1	12,6	66,1	22,6	77,8	44,6	92,6
4,3	47,5	13,1	66,8	23,4	78,4	45,4	93,1
4,5	48,7	13,2	66,6	23,7	78,7	46,4	93,7
4,6	48,5	13,2	67,1	23,8	79,1	47,5	94,2
4,6	48,6	13,2	67,3	24,4	79,3	47,5	94,2
4,7	48,9	13,3	67,0	25,5	80,2	48,5	94,6
4,8	49,3	13,7	67,7	26,6	81,1	49,5	95,1
4,9	49,9	13,7	68,5	26,9	81,3	49,7	95,2
4,9	50,2	13,8	67,9	27,5	81,8	50,5	95,5
5,1	50,5	14,3	68,8	27,9	82,1	51,2	96,0
5,5	51,7	14,4	68,3	28,4	82,4	100,2	112,6
5,6	52,3	14,4	68,9	29,5	83,2	149,6	123,6
6,2	53,5	14,7	69,3	29,9	83,5	151,0	123,8
6,3	54,0	14,8	69,4	30,5	83,9	200,2	131,9
6,7	55,1	14,9	69,8	31,5	84,6	250,0	138,5
6,9	55,8	15,5	70,3	31,7	84,7	299,8	144,1
7,4	56,5	15,5	70,6	32,5	85,2	302,2	144,7
7,4	56,5	16,2	71,1	33,5	85,9	400,0	154,1
8,0	57,9	16,2	71,3	33,7	86,1	498,5	162,3
8,0	58,1	16,2	71,3	34,4	86,6	599,4	169,3
8,6	59,1	16,3	71,7	35,5	87,2	601,2	169,7
8,6	59,3	16,7	72,1	35,5	87,2	699,7	175,1
9,1	60,5	17,4	72,3	36,4	87,8	734,5	177,3
9,2	60,5	17,6	72,9	37,4	88,5	760,0	178,3

Die folgenden Tabellen 21 und 22 bringen die Werte, welche von der aus den soeben angeführten Zahlen konstruirten Kurve abgelesen wurden.

Tabelle 21.

Dampfspannkraft des Benzaldehyd, nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,5	22,8	14	68,3	32	84,9	50	95,3
1,0	29,3	15	69,6	33	85,6	75	105,2
1,5	33,9	16	70,9	34	86,2	100	112,5
2,0	37,2	17	72,0	35	86,9	150	123,7
2,5	40,0	18	73,2	36	87,6	200	131,7
3,0	42,5	19	74,2	37	88,2	250	138,5
3,5	44,5	20	75,2	38	88,8	300	144,7
4,0	46,6	21	76,2	39	89,5	350	149,4
4,5	48,4	22	77,1	40	90,1	400	154,1
5	50,1	23	78,0	41	90,7	450	159,5
6	53,0	24	78,9	42	91,3	500	162,3
7	55,7	25	79,7	43	91,8	550	166,2
8	58,0	26	80,5	44	92,4	600	169,7
9	60,1	27	81,3	45	92,9	650	172,2
10	62,0	28	82,1	46	93,4	700	175,1
11	63,8	29	82,8	47	93,9	750	177,9
12	65,4	30	83,5	48	94,4	760	178,3
13	66,9	31	84,2	49	94,8		

Tabelle 22.

Kochpunkte des Benzaldehyd, nach ° C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.
20	0,4	53	6,0	70	15,3	87	35,1
25	0,6	54	6,4	71	16,1	88	36,7
30	1,1	55	6,7	72	17,0	89	38,2
35	1,6	56	7,1	73	17,9	90	39,8
40	2,5	57	7,5	74	18,8	91	41,6
41	2,7	58	8,0	75	19,8	92	43,3
42	2,9	59	8,5	76	20,8	93	45,2
43	3,1	60	9,0	77	21,9	94	47,2
44	3,4	61	9,5	78	23,0	95	49,3
45	3,6	62	10,0	79	24,1	100	60,3
46	3,8	63	10,5	80	25,4	110	90,0
47	4,1	64	11,1	81	26,6	120	132,4
48	4,4	65	11,7	82	27,9	130	189,0
49	4,7	66	12,4	83	29,3	140	261,5
50	5,0	67	13,0	84	30,7	150	357,0
51	5,3	68	13,8	85	32,1	160	468,0
52	5,6	69	14,5	86	33,6	170	607,5

Frühere Bestimmungen der Siedekurve des Benzaldehyds liegen nur in Kahlbaum'schen[1]) Nährungswerten vor. Ein Vergleich dieser Zahlen mit den unseren ergiebt Folgendes: bei 10,0 mm. K. = 64,3 ° und W. = 62,0 °; — bei 12,5 mm. K. = 66,9 ° und W. = 66,2 °; — bei 15,0 mm. K. = 69,3 ° und W = 69,6 °; — bei 17,5 mm. K. = 71,6 ° und W. = 72,6 °; — bei 20,0 mm. K. = 73,7 ° und W. = 75,2 °; — bei 22,5 mm. K. = 75,7 ° und W. = 77,6 °. — Da Kahlbaum ein Präparat von erheblich höherem Sdp. verwendete, so dürfen wir innerhalb der vorgesehenen

[1]) Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 18, 1885, pag. 2107. —

Fehlergrenzen die Übereinstimmung der Zahlen als eine ausreichende bezeichnen.

Phenol. $C_6 H_5 — OH$.

Von dem bezogenen Phenol, das grosskrystallinisch, vollkommen durchsichtig und weiss ohne die geringste Spur einer rötlichen Färbung war, wurde zunächst der Schmelzpunkt bestimmt, und da sich derselbe bei fraktionirter Krystallisation vollkommen konstant erwies und zudem eine Destillation befürchten liess, dass etwa Feuchtigkeit sich dem Phenol anheften könne, wurde von einer solchen abgesehen und nach mehrmaligem Umkrystallisiren die Substanz direkt zu den Bestimmungen verwendet.

Der Schmelzpunkt wurde bei 40,7 ° C. gefunden.

35 cc. der gleichen Krystallisation wurden zur Festlegung des Siedepunktes aus einer Platinkolonne destillirt. Davon giengen bei einem Luftdruck von 739,9 mm. korr. über

5	cc.	bei	180,0 ° C.
10	„	„	180,4 „
15	„	„	180,5 „
20	„	„	180,7 „
25	„	„	180,7 „

Nach Ausführung der ganzen Bestimmungsreihe wurde der Siedepunkt bei 740,0 mm. korr. zu 180,8 ° C. festgestellt, der Schmelzpunkt zu 40,7 ° C. gefunden. Nach Anbringung aller Korrekturen wurde also ein Phenol vom *Smp.* = 40,7 ° C. und vom *Sdp.* $\overset{0\,^\circ\,C.}{760\,mm.}$ = 181,4 ° C. untersucht.

Der Siedepunkt des verwendeten Präparates ist wie ersichtlich nicht im gleichen Maasse konstant, wie bei den bisher behandelten Stoffen. Die gleiche Unsicherheit macht sich aber auch bei allen sonstigen Forschern bemerkbar.

In dem grossen Tabellenwerk von Carnelley finden sich für das Phenol Siedepunkte angegeben von 178,0 °[1]) bis 197,5 ° C.[2]), und Schmelzpunkte von 34,0 °[3]) bis 42,0 ° C.[4]). Wenn auch im geringeren Grade, so zeigen doch auch solche Bestimmungen, die mit besonderer Sorgfalt ausgeführt wurden, in die Augen fallende Differenzen. Es geben nämlich an

	Smp.	Sdp.
Hamberg[5])	40,5 ° C.	180,3 ° C.
Adrieenz[6])		183,7 „
Ladenburg[7])	39,5 „	182,4 „

Solche Vergleichungen bringen übrigens zugleich den Beweis dafür bei, wie geringe Sicherheit und Zuverlässigkeit den Siedepunktsangaben auch der bekanntesten Stoffe im allgemeinen zukömmt.

Das Phenol konnte in beiden Apparaten untersucht werden.

Die Originalbeobachtungen folgen in Tabellen 23 und 24.

---

[1]) Gladstone and Tribe, Chem. Soc. Journ., Vol. 41, 1882, pag. 6. —

[2]) Runge, Poggend. Annal., Bd. 32, 1834, pag. 308. —

[3]) Laurent, Annal. de Chimie, Sér. 3, T. 3, 1841, pag. 195. —

[4]) Dale and Schorlemmer, Chem. Soc. Journ., Vol. 26, 1873, pag. 441. —

[5]) Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 4, 1871, pag. 751. —

[6]) Ebenda, Bd. 6, 1873, pag. 442. —

[7]) Ebenda, Bd. 7, 1874, pag. 1687. —

Tabelle 23.

Phenol.

Quecksilberluftpumpe.

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B.K.	T.K.	B. K. red.	B.red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
24	750,0	10,2	40,9	740,1	22	737,3	736,7	0,6
24	750,0	10,2	41,6	740,1	22	737,3	736,7	0,6
25	746,5	10,2	59,7	740,0	22	737,2	733,1	4,1
25	746,1	10,3	60,9	740,0	22	737,2	732,6	4,6
25	745,5	10,3	62,3	739,8	22	737,0	732,0	5,0
26	746,9	10,2	49,7	738,2	24	735,1	733,4	1,7
26	746,9	10,2	49,5	738,2	24	735,1	733,4	1,7
26	746,8	10,4	51,1	738,2	24	735,1	733,1	2,0
26	746,5	10,5	53,1	738,2	24	735,1	732,7	2,4
26	746,1	10,5	54,7	738,2	25	735,0	732,3	2,7
26	745,9	10,6	55,3	738,1	25	734,9	732,0	2,9
27	745,5	10,6	56,5	738,0	25	734,8	731,5	3,3
27	745,0	10,6	58,3	738,0	25	734,8	731,0	3,8
27	744,8	10,6	59,5	738,0	25	734,8	730,8	4,0
27	744,1	10,6	61,5	738,0	25	734,8	730,1	4,7
27	743,8	10,6	63,0	738,1	25	734,9	729,8	5,1
27	743,1	10,7	64,9	738,1	25	734,9	729,0	5,9
27	742,6	10,7	66,3	738,1	25	734,9	728,5	6,4
27	742,0	10,7	67,5	738,1	25	734,9	727,9	7,0
27	741,5	10,7	68,9	738,2	25	735,0	727,4	7,6
27	740,8	10,7	70,5	738,1	25	734,9	726,7	8,2
27	740,0	10,7	71,9	738,1	25	734,9	725,9	9,0
27	738,9	10,7	74,1	738,1	25	734,9	724,8	10,1
27	737,7	10,7	75,6	738,1	25	734,9	723,6	11,3
27	736,8	10,7	76,9	738,1	25	734,9	722,7	12,2
27	735,9	10,7	78,1	738,1	25	734,9	721,8	13,1
27	735,0	10,7	79,3	738,0	25	734,8	720,9	13,9
27	734,1	10,7	80,4	738,1	25	734,9	720,0	14,9
27	733,1	10,7	81,5	738,1	25	734,9	719,0	15,9
27	732,0	10,8	82,9	738,1	25	734,9	717,8	17,1
27	731,0	10,8	83,9	738,1	25	734,9	716,8	18,1
27	729,9	10,8	85,0	738,1	25	734,9	715,7	19,2

Tabelle 23 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B.K.	T.K.	B. K. red.	B.red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
27	728,8	10,8	86,1	738,1	25	734,9	714,6	20,3
27	724,8	10,8	89,7	738,1	25	734,9	710,7	24,2
27	752,3	9,1	51,5	744,8	26	741,5	739,7	1,8
27	752,4	9,1	50,9	744,8	26	741,5	739,8	1,7
27	752,4	9,1	50,5	744,8	26	741,5	739,8	1,7
28	752,0	9,1	52,9	744,8	26	741,5	739,3	2,2
27	750,3	9,1	58,3	744,8	26	741,5	737,7	3,8
28	750,0	9,1	60,0	744,9	26	741,6	737,3	4,3
28	749,7	9,1	61,7	744,9	26	741,6	737,0	4,6
28	749,6	9,1	62,1	744,9	26	741,6	736,9	4,7
27	754,9	10,9	48,6	745,3	27	741,8	740,4	1,4
27	754,9	10,9	48,4	745,3	27	741,8	740,4	1,4
28	755,0	10,9	48,5	745,4	27	741,9	740,5	1,4
28	755,0	10,9	48,7	745,4	27	741,9	740,5	1,4
27	755,0	10,9	47,5	745,4	27	741,9	740,6	1,3
27	755,0	10,9	47,5	745,4	27	741,9	740,6	1,3
27	755,3	10,9	46,9	745,6	27	742,1	740,9	1,2
27	755,3	10,9	46,7	745,6	27	742,1	740,9	1,2
25	756,9	10,3	45,7	747,5	23	744,5	743,4	1,1
25	757,0	10,5	44,7	747,3	23	744,3	743,3	1,0
25	757,1	10,6	43,0	747,2	23	744,2	743,3	0,9
25	757,1	10,6	42,7	747,2	23	744,2	743,3	0,9
25	757,2	10,6	41,0	747,2	23	744,2	743,4	0,8
25	757,2	10,6	41,7	747,2	23	744,2	743,4	0,8
25	757,1	10,7	42,7	747,1	23	744,1	743,2	0,9
25	757,0	10,7	43,9	747,1	23	744,1	743,1	1,0
25	755,7	10,7	44,5	746,0	24	742,9	741,8	1,1
26	755,5	10,7	46,7	745,9	25	742,7	741,5	1,2
27	755,4	10,7	47,5	745,9	25	742,7	741,3	1,4
27	754,6	10,8	53,3	745,9	25	742,7	740,3	2,4
27	754,6	10,8	52,5	745,9	25	742,7	740,3	2,4
27	754,6	10,9	52,5	745,9	26	742,6	740,2	2,4
27	754,1	10,9	54,7	745,9	26	742,6	739,7	2,9
27	754,0	10,9	55,3	745,9	26	742,6	739,6	3,0
27	753,8	10,9	57,1	746,0	26	742,7	739,4	3,3

Tabelle 23 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
27	753,0	10,9	59,1	746,0	26	742,7	738,6	4,1
27	752,4	10,9	60,9	746,0	26	742,7	738,0	4,7
27	751,5	10,9	63,6	745,9	26	742,6	737,1	5,5
27	750,6	10,0	66,1	745,9	26	742,6	736,2	6,4
27	749,7	10,9	68,1	745,8	26	742,5	735,3	7,2
27	748,9	10,9	70,1	745,8	26	742,5	734,5	8,0
27	746,8	10,9	73,7	745,8	26	742,5	732,4	10,1
27	740,0	10,9	78,0	745,8	26	742,5	729,7	12,8
27	740,2	10,9	82,5	745,8	26	742,5	725,9	16,6
27	736,4	10,9	86,5	745,9	26	742,6	722,1	20,5

Zu dieser Tabelle sei noch bemerkt, dass der niedrigste von uns beobachtete Siedepunkt bei 40,9° C. unter 0,6 mm. Druck ganz dicht oberhalb des Schmelzpunktes lag, so dass die kaum geschmolzene Substanz alsbald zu sieden begann, jedoch immer in der Weise, dass das Sieden erst beobachtet werden konnte, nachdem alle Krystalle geschmolzen waren. Immerhin soll nicht geleugnet werden, dass diese Erscheinung für die Sicherheit der Bestimmung bei so niederen Drucken von einigem Einfluss gewesen sein kann.

Tabelle 24.

Phenol.

Wasserluftpumpe.

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
24	725,2	725,4	79,0	739,2	23	736,3	722,2	14,1
24	724,0	724,2	80,5	739,2	23	736,3	721,1	15,2
24	723,3	723,4	81,4	739,2	23	736,3	720,4	15,9
25	722,7	722,9	82,1	739,1	23	736,2	719,7	16,5

Tabelle 24 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
25	722,0	722,2	82,9	739,1	23	736,2	719,0	17,2
25	721,2	721,4	83,5	739,1	23	736,2	718,2	18,0
25	720,6	720,7	84,3	739,1	23	736,2	717,6	18,6
25	720,1	720,2	84,9	739,1	23	736,2	717,1	19,1
25	719,5	719,6	85,5	739,1	23	736,2	716,5	19,7
25	719,0	719,1	86,0	739,1	23	736,2	716,0	20,2
25	718,2	718,3	86,7	739,1	23	736,2	715,2	21,0
25	717,2	717,2	87,4	739,1	23	736,2	714,1	22,1
21	717,6	717,6	88,9	740,8	20	738,2	714,9	23,3
21	716,8	716,8	89,7	740,8	20	738,2	714,1	24,1
21	716,0	716,0	90,3	740,9	20	738,3	713,4	24,9
21	715,2	715,2	90,9	740,9	20	738,3	712,6	25,7
21	714,5	714,5	91,4	741,0	20	738,4	711,9	26,5
21	713,9	713,9	91,9	741,1	20	738,5	711,3	27,2
21	713,1	713,1	92,4	741,1	20	738,5	710,5	28,0
22	712,3	712,4	92,8	741,1	20	738,5	709,7	28,8
22	711,9	711,9	93,3	741,1	20	738,5	709,2	29,3
22	710,9	710,9	94,0	741,1	20	738,5	708,2	30,3
22	709,9	709,9	94,7	741,1	21	738,4	707,2	31,2
22	708,9	708,9	95,4	741,1	21	738,4	706,2	32,2
22	707,9	707,9	96,0	741,1	21	738,4	705,2	33,2
22	706,2	706,2	96,9	741,1	21	738,4	703,5	34,9
22	705,2	705,2	97,5	741,1	21	738,4	702,5	35,9
22	704,0	704,0	98,3	741,1	21	738,4	701,3	37,1
22	702,5	702,5	99,1	741,2	21	738,5	699,8	38,7
22	701,1	701,1	99,9	741,2	21	738,5	698,4	40,1
22	699,9	699,9	100,6	741,2	21	738,5	697,2	41,3
22	698,2	698,2	101,3	741,2	21	738,5	695,5	43,0
22	696,8	696,8	102,0	741,2	21	738,5	694,1	44,4
22	695,3	695,3	102,7	741,2	21	738,5	692,6	45,9
22	693,8	693,8	103,6	741,2	21	738,5	691,2	47,3
22	691,8	691,8	104,4	741,2	21	738,5	689,2	49,3
22	727,8	727,8	77,7	741,2	21	738,5	725,0	13,5
22	727,0	727,0	79,3	741,3	21	738,6	724,2	14,4
22	726,3	726,3	80,3	741,3	21	738,6	723,5	15,1

Tabelle 24 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
22	725,6	725,6	81,3	741,3	21	738,6	722,8	15,8
22	724,4	724,4	82,6	741,3	21	738,6	721,7	16,9
22	723,0	723,0	84,1	741,3	21	738,6	720,3	18,3
22	721,4	721,4	85,7	741,3	21	738,6	718,7	19,9
22	719,5	719,5	87,3	741,3	21	738,6	716,8	21,8
22	717,6	717,6	89,1	731,3	21	738,6	714,9	23,7
22	715,2	715,2	91,0	741,3	21	738,6	712,5	26,1
22	713,2	713,2	92,4	741,3	21	738,6	710,5	28,1
22	711,2	711,2	93,7	741,3	21	738,6	708,5	30,1
22	709,0	709,0	95,3	741,3	21	738,6	706,3	32,3
22	706,5	706,5	96,7	741,3	21	738,6	703,8	34,8
22	704,2	704,2	98,2	741,4	21	738,7	701,5	37,2
22	702,1	702,1	99,4	741,4	21	738,7	699,4	39,3
22	700,0	700,0	100,5	741,4	21	738,7	697,3	41,4
22	698,1	698,1	101,5	741,4	21	738,7	695,4	43,3
22	695,9	695,9	102,6	741,4	21	738,7	693,2	45,5
22	693,2	693,2	103,9	741,4	21	738,7	690,6	48,1
22	691,3	691,3	104,7	741,4	21	738,7	688,7	50,0
20	643,5	643,5	120,2	742,3	20	739,7	641,3	98,4
20	589,2	589,2	131,4	742,6	20	740,0	587,2	152,8
20	541,0	541,0	137,8	742,7	20	740,1	539,1	201,0
20	491,0	491,0	145,0	742,6	20	740,0	489,3	250,7
20	440,5	440,5	150,6	742,6	20	740,0	439,0	301,0
20	342,0	342,0	159,2	742,5	20	739,9	340,8	399,1
20	240,0	240,0	167,1	742,5	20	739,9	239,2	500,7
20	140,0	140,0	173,0	742,5	20	739,9	139,5	600,4
20	40,3	40,3	178,4	742,5	20	739,9	40,3	699,6
20	592,2	592,2	130,8	742,5	20	739,9	590,2	149,7
20	340,3	340,3	159,2	742,6	20	740,0	340,3	399,7
20	140,0	140,0	173,0	742,6	20	740,0	139,5	600,5

Tabelle 25 bringt wiederum sämtliche Beobachtungen in einer Reihe nach der Grösse des Druckes geordnet, wie dieselben zur Konstruktion der Kurven verwendet wurden.

Tabelle 25.

Phenol.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,6	40,9	2,9	55,3	13,9	79,3	25,7	90,9
0,6	41,3	3,0	55,3	13,9	79,3	26,1	91,0
0,8	41,7	3,3	56,5	14,1	79,0	26,5	91,4
0,8	41,9	3,3	57,1	14,4	79,3	27,2	91,9
0,9	42,7	3,8	58,3	14,9	80,4	28,0	92,4
0,9	42,7	3,8	58,3	15,1	80,3	28,1	92,4
0,9	43,0	4,0	59,5	15,2	80,5	28,8	92,8
1,0	43,9	4,1	59,1	15,8	81,3	29,3	93,3
1,0	44,7	4,1	59,7	15,9	81,4	30,1	93,7
1,1	44,5	4,3	60,0	15,9	81,5	30,3	94,0
1,1	45,7	4,6	60,9	16,5	82,1	31,2	94,7
1,2	46,7	4,6	61,7	16,6	82,5	32,2	95,4
1,2	46,7	4,7	61,5	16,9	82,6	32,3	95,3
1,2	46,9	4,7	62,1	17,1	82,9	33,2	96,0
1,3	47,5	4,7	60,9	17,2	82,9	34,8	96,7
1,3	47,5	5,0	62,3	18,0	83,5	34,9	96,9
1,4	47,5	5,1	63,0	18,1	83,9	35,9	97,5
1,4	48,4	5,5	63,6	18,3	84,1	37,1	98,3
1,4	48,5	5,9	64,9	18,6	84,3	37,2	98,2
1,4	48,6	6,4	66,1	19,1	84,9	38,7	99,1
1,4	48,7	6,4	66,3	19,2	85,0	39,3	99,4
1,7	49,5	7,0	67,5	19,7	85,5	40,1	99,9
1,7	49,7	7,2	68,1	19,9	85,7	41,3	100,6
1,7	50,5	7,6	68,9	20,2	86,0	41,4	100,5
1,7	50,9	8,0	70,1	20,3	86,1	43,0	101,3
1,8	51,5	8,2	70,5	20,5	86,5	43,3	101,5
2,0	51,1	9,0	71,9	21,0	86,7	44,4	102,0
2,2	52,9	10,1	73,7	21,8	87,3	45,5	102,6
2,4	52,5	10,1	74,1	22,1	87,4	45,9	102,7
2,4	52,5	11,3	75,6	23,3	88,9	47,3	103,6
2,4	53,1	12,2	76,9	23,7	89,1	48,1	103,9
2,4	53,3	12,8	78,0	24,1	89,7	49,3	104,4
2,7	54,7	13,1	78,1	24,2	89,7	50,0	104,7
2,9	54,7	13,5	77,7	24,9	90,3	98,4	120,2

Tabelle 25 (Fortsetzung).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
149,7	130,8	250,7	145,0	399,7	159,2	600,5	173,0
152,8	131,4	301,0	150,6	500,7	167,1	699,6	178,4
201,0	137,8	399,1	159,2	600,4	172,9	739,9	180,6

Aus der mit Hilfe der vorstehenden Zahlen konstruirten Kurve wurden dann die in Tabelle 26 und 27 niedergelegten Werte für die Spannkraft und für die Siedepunkte des Phenols abgelesen.

Tabelle 26.

Dampfspannkraft des Phenol nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
1,0	44,8	15	80,5	32	95,1	49	104,3
1,5	48,7	16	81,6	33	95,8	50	104,7
2,0	51,5	17	82,7	34	96,4	75	113,7
2,5	53,9	18	83,8	35	97,0	100	120,2
3,0	55,8	19	84,8	36	97,6	150	131,0
3,5	57,6	20	85,8	37	98,1	200	139,0
4,0	59,3	21	86,7	38	98,7	250	145,5
4,5	61,0	22	87,6	39	99,2	300	151,0
5,0	62,5	23	88,5	40	99,8	350	155,8
6	65,3	24	89,4	41	100,3	400	160,0
7	67,8	25	90,2	42	100,8	450	163,8
8	69,9	26	91,0	43	101,3	500	167,0
9	71,8	27	91,7	44	101,8	550	170,1
10	73,5	28	92,4	45	102,3	600	173,0
11	75,1	29	93,1	46	102,8	650	176,0
12	76,6	30	93,8	47	103,3	700	179,0
13	77,8	31	94,5	48	103,8	750	181,0
14	79,2					760	181,4

Tabelle 27.

Kochpunkte des Phenol nach ° C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.
40	0,7	74	10,2	87	21,3	100	40,4
45	1,0	75	10,9	88	22,4	101	42,3
50	1,7	76	11,6	89	23,6	102	44,3
55	2,8	77	12,3	90	24,8	103	46,3
60	4,2	78	13,0	91	26,1	104	48,4
65	5,9	79	13,8	92	27,4	105	50,6
66	6,2	80	14,6	93	28,8	110	62,6
67	6,8	81	15,4	94	30,3	120	99,0
68	7,1	82	16,3	95	31,8	130	144,8
69	7,5	83	17,2	96	33,4	140	205,0
70	8,0	84	18,2	97	35,0	150	290,0
71	8,5	85	19,2	98	36,7	160	399,0
72	9,1	86	20,2	99	38,5	170	547,5
73	9,7					180	722,5

Über das Phenol findet sich nur eine Angabe von Körner[1]), die wohl nicht auf grosse Genauigkeit Anspruch erheben kann, dennoch aber wegen der eigentümlichen Art das Vacuum zu erreichen, nämlich durch Absorption der Kohlensäure, die den Siedeapparat füllte, mittelst Kali, die in einem Falle sogar erlaubte, den Druck bis auf 9 mm. herabzusetzen, genannt werden mag. Körner fand beim Druck von 40 mm. den Siedepunkt bei 102 °.

Anderweitige Bestimmungen liegen, wie gesagt, nicht vor.

---

[1]) Liebig Annal., Bd. 137, 1866, pag. 202. —

Anilin. $C_6 H_5 — NH_2$.

Das aus Berlin bezogene Anilin wurde zunächst mit Phosphorsäureanhydrid scharf getrocknet und von dem abgegossenen Produkt 150 cc. aus einer Platinkolonne zur Festlegung des Siedepunktes destillirt.

Davon giengen über beim Druck 741,1 mm. korr.

10	cc.	bei	183,0 ° C.
40	„	„	183,0 „
70	„	„	183,1 „
100	„	„	183,1 „
130	„	„	183,1 „
Rest	„	„	183,1 „

Nach Ausführung der ganzen Bestimmungsreihen zeigte sich der Siedepunkt nur um 0,1 ° C. erhöht. Auf den Normaldruck bezogen ergiebt sich somit, dass ein Anilin vom *Sdp.* $\begin{matrix}0\,^{\circ}\,C.\\760\,mm.\end{matrix}$ = 183,8 ° C. verwendet wurde.

Von sonstigen Beobachtungen findet sich angegeben

	Sdp.
A. W. Hofmann[1])	182,0 ° C.
Städeler u. Arndt[2])	185,7 „
J. W. Brühl[3])	183,4 „
Thorpe[4])	183,7 „

Mit diesem bei 183,8 ° C. siedenden Präparate wurden die folgenden Bestimmungen ausgeführt, die unter Tabelle 28 für niedere Drucke, Tabelle 29 für höhere Drucke in den Originalwerten verzeichnet sind.

---

[1]) Liebig Annal., Bd. 47, 1843, pag. 50. — Hofmann giebt den Druck nicht an.

[2]) G. Städeler und A. Arndt, Zürich, Vierteljahrschrift, Bd. 9, 1864, pag. 190. —

[3]) Liebig Annal., Bd. 200, 1880, pag. 187. —

[4]) Thorpe, Chem. Soc. Journ., Vol. 37, 1880, pag. 221. —

Tabelle 28.

Anilin.

Quecksilberluftpumpe.

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
19	742,4	6,4	48,1	737,8	18	735,5	733,6	1,9
19	742,0	6,5	49,6	738,0	19	735,6	733,1	2,5
20	741,6	6,5	50,5	738,0	19	735,6	732,5	3,1
20	741,2	6,5	51,7	737,8	19	735,4	732,2	3,2
19	741,0	6,6	52,5	737,8	19	735,4	732,0	3,4
19	740,4	6,6	55,1	737,7	19	735,3	731,4	3,9
19	740,0	6,6	55,5	737,7	19	735,3	731,0	4,3
19	739,8	6,6	56,5	737,7	19	735,3	730,8	4,5
20	739,0	6,6	59,1	737,7	19	735,3	729,9	5,4
20	738,0	6,6	61,5	737,6	19	735,2	728,9	6,3
20	737,4	6,6	63,3	737,6	19	735,2	728,3	6,9
20	736,8	6,6	64,7	737,6	19	735,2	727,7	7,5
20	735,6	6,7	67,3	737,6	19	735,2	726,4	8,8
20	734,7	6,8	69,3	737,6	19	735,2	725,5	9,7
20	733,1	6,8	71,9	737,6	19	735,2	723,9	11,3
20	732,0	6,8	73,6	737,6	19	735,2	722,7	12,5
20	731,0	6,8	75,3	737,6	19	735,2	721,7	13,5
20	730,1	6,8	76,4	737,6	19	735,2	720,8	14,4
20	729,0	6,8	77,7	737,5	19	735,1	719,7	15,4
20	728,3	6,8	78,7	737,6	19	735,2	719,0	16,2
20	727,7	6,8	79,5	737,6	19	735,2	718,4	16,8
20	727,0	6,8	80,3	737,6	19	735,2	717,7	17,5
20	725,5	6,8	81,9	737,6	19	735,2	716,2	19,0
20	724,3	6,8	83,1	737,6	19	735,2	715,0	20,2
20	723,0	6,8	84,3	737,6	19	735,2	713,7	21,5
17	738,0	6,1	57,3	736,7	16	734,6	729,7	4,9
17	737,7	6,2	59,1	736,7	16	734,6	729,3	5,3
17	737,6	6,3	59,5	736,7	16	734,6	729,1	5,5
17	737,0	6,3	60,7	736,7	16	734,6	728,5	6,1
17	736,8	6,4	61,6	736,7	16	734,6	728,2	6,4
17	736,4	6,4	62,5	736,7	16	734,6	727,8	6,8
17	735,7	6,4	64,2	736,6	16	734,5	727,1	7,4

Tabelle 28 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
17	734,5	6,4	66,3	736,6	16	734,5	725,9	8,6
18	733,7	6,4	68,2	736,6	16	734,5	725,0	9,5
18	729,7	6,5	73,7	735,8	17	733,6	721,0	12,6
19	728,7	6,5	75,1	735,8	17	733,6	719,8	13,8
19	727,9	6,5	76,3	735,8	17	733,6	719,0	14,6
19	727,0	6,5	77,5	735,8	17	733,6	718,1	15,5
19	726,3	6,5	78,3	735,8	18	733,5	717,4	16,1
19	725,3	6,5	79,5	735,8	18	733,5	716,4	17,1
20	722,8	6,3	80,5	734,7	19	732,3	714,0	18,3
20	722,6	6,4	81,1	734,6	19	732,3	713,7	18,5
20	721,8	6,4	82,1	734,6	19	732,2	712,9	19,3
20	720,8	6,4	82,9	734,5	19	732,1	711,7	20,2
21	719,8	6,5	83,9	734,5	19	732,1	710,9	21,4
21	719,0	6,5	84,7	734,5	19	732,1	709,9	22,2
21	717,8	6,5	85,5	734,4	19	732,0	708,7	23,3
20	746,0	6,0	51,5	742,8	19	740,4	737,4	3,0
20	745,7	6,0	52,9	742,8	19	740,4	737,1	3,3
20	745,3	6,0	54,3	742,7	19	740,3	736,8	3,5
21	743,3	6,3	58,4	742,1	20	739,5	734,3	5,2
21	743,0	6,3	59,1	742,1	20	739,5	734,0	5,5
21	742,8	6,3	60,2	742,1	20	739,5	733,8	5,7
22	742,4	6,3	61,0	742,0	21	739,3	733,3	6,0
22	742,0	6,3	61,9	742,0	21	739,3	732,9	6,4
22	741,9	6,4	62,7	742,0	21	739,3	732,7	6,6
22	741,0	6,4	64,9	742,0	21	739,3	731,8	7,5
23	740,1	6,4	66,5	742,0	21	739,3	730,8	8,5
23	739,0	6,4	68,3	742,0	21	739,3	729,7	9,6
23	738,2	6,4	69,9	742,0	21	739,3	728,9	10,4
23	737,4	6,4	71,3	742,0	21	739,3	728,1	11,2
24	736,5	6,4	72,9	742,0	21	739,3	727,1	12,2
23	735,8	6,4	74,1	741,9	22	739,1	726,5	12,6
24	735,0	6,4	75,2	741,9	22	739,1	725,6	13,5
24	734,2	6,4	76,3	741,9	22	739,1	724,8	14,3
24	733,3	6,4	77,4	741,9	22	739,1	723,9	15,2
24	732,2	6,4	78,7	741,9	22	739,1	722,8	16,3

Tabelle 28 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
24	731,2	6,4	79,7	741,9	22	739,1	721,8	17,3
24	730,1	6,4	81,1	741,9	22	739,1	720,7	18,4
24	728,8	6,4	82,5	742,0	22	739,2	719,4	19,8
24	727,7	6,4	83,7	742,0	23	739,1	718,3	20,8
24	726,9	6,4	84,5	742,0	23	739,1	717,5	21,6
24	725,9	6,4	85,3	741,9	23	739,0	716,5	22,5
24	725,0	6,4	86,1	741,9	23	739,0	715,6	23,4
24	724,1	6,4	86,7	741,9	23	739,0	714,7	24,3
24	723,3	6,4	87,3	741,9	23	739,0	713,9	25,1
22	748,2	12,0	46,9	737,7	21	735,0	733,4	1,6
23	748,6	12,0	43,9	737,7	21	735,0	733,7	1,3
23	748,7	12,0	43,2	737,7	21	735,0	733,8	1,2
23	748,7	12,0	43,3	737,6	21	735,0	733,8	1,2
23	747,9	12,0	47,5	737,6	21	735,0	733,1	1,9
22	750,2	12,0	43,3	739,3	21	736,6	735,4	1,2
22	750,5	12,0	42,5	739,3	21	736,6	735,7	0,9
22	750,7	12,0	41,7	739,3	21	736,6	735,9	0,7
22	750,4	12,0	42,7	739,3	21	736,6	735,3	1,0
22	749,9	12,0	46,5	739,3	21	736,6	735,1	1,5
22	748,2	12,0	49,1	739,3	21	736,6	733,4	2,2

Tabelle 29.

Anilin.

Wasserluftpumpe.

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
23	727,2	727,4	77,1	741,9	21	739,2	724,4	14,8
23	724,0	724,4	80,3	742,1	21	739,4	721,3	18,1
23	722,4	723,0	82,1	742,1	21	739,4	719,8	19,6
23	721,1	721,6	82,9	742,0	21	739,3	718,5	20,8
23	719,7	720,0	84,5	742,0	21	739,3	717,0	22,3

Tabelle 29 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
23	718,3	718,4	86,1	742,0	21	739,3	715,5	23,8
23	716,5	716,7	87,3	741,9	21	739,2	713,7	25,5
23	714,9	715,3	88,7	742,0	21	739,3	712,4	26,9
23	713,0	713,5	89,9	742,0	21	739,3	710,5	28,8
23	711,3	711,5	91,3	742,0	21	739,3	708,6	30,7
23	709,8	710,3	92,1	741,9	22	739,1	707,3	31,8
23	708,2	708,5	93,1	741,9	22	739,1	705,6	33,5
23	706,9	707,4	93,9	741,9	22	739,1	704,4	34,7
23	705,3	705,5	94,9	741,9	22	739,1	702,6	36,5
23	703,9	704,2	95,7	741,8	22	739,0	701,3	37,7
23	702,5	702,7	96,5	741,8	22	739,0	699,8	39,2
23	701,1	701,3	97,5	741,8	22	739,0	698,4	40,6
23	699,5	699,7	98,3	741,8	22	739,0	696,8	42,2
23	698,5	698,7	98,7	741,8	22	739,0	695,8	43,2
20	725,9	726,5	79,9	743,7	19	741,3	723,7	17,6
20	721,9	722,4	83,9	743,7	19	741,3	719,7	21,6
20	717,9	718,5	87,7	743,8	19	741,4	715,7	25,7
21	716,0	716,4	89,1	743,8	19	741,4	713,6	27,8
21	714,4	714,6	90,4	743,8	19	741,4	711,9	29,5
21	712,6	713,0	91,7	743,8	19	741,4	710,2	31,2
22	701,6	701,8	98,1	743,5	21	740,8	699,1	41,7
23	699,7	700,2	99,1	743,5	21	740,8	697,2	43,6
23	698,8	699,1	99,7	743,4	21	740,7	696,2	44,5
24	715,3	715,8	86,0	739,1	22	736,3	712,6	23,7
24	714,4	714,8	86,8	739,1	22	736,3	711,6	24,7
24	712,6	713,1	88,2	739,0	22	736,2	709,9	26,3
24	711,4	711,7	89,2	739,0	22	736,2	708,5	27,7
24	709,8	710,2	90,4	739,0	22	736,2	707,0	29,2
24	708,4	708,8	91,2	739,0	22	736,2	705,8	30,4
24	707,1	707,6	92,2	739,0	22	736,2	704,4	31,8
23	705,1	705,6	93,6	739,0	21	736,3	702,6	33,7
23	703,1	703,5	94,6	739,0	21	736,3	700,5	35,8
23	701,6	702,0	95,8	739,0	21	736,3	699,0	37,3
23	699,4	699,8	97,2	739,2	21	736,5	696,8	39,7
23	697,5	697,7	98,2	739,4	21	736,7	694,8	41,9

Tabelle 29 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
23	689,1	689,4	102,7	739,7	21	737,0	686,5	50,5
20	713,4	713,6	88,6	741,2	21	738,5	711,0	27,5
21	708,4	708,7	91,9	741,2	21	738,5	706,0	32,5
21	707,5	707,8	92,6	741,2	21	738,5	705,1	33,4
21	706,1	706,5	93,7	741,2	21	738,5	703,7	34,8
22	705,0	705,4	94,4	741,3	21	738,6	702,5	36,1
22	704,0	704,4	95,0	741,3	21	738,6	701,5	37,1
23	703,0	703,4	95,7	741,3	21	738,6	700,4	38,2
23	701,2	701,5	96,8	741,3	21	738,6	698,6	40,0
23	700,3	700,6	97,2	741,3	21	738,6	697,7	40,9
23	699,3	699,6	97,8	741,3	21	738,6	696,7	41,9
23	698,3	698,5	98,4	741,3	21	738,6	695,7	42,9
23	697,3	697,5	98,8	741,3	21	738,6	694,7	43,9
24	696,8	697,0	99,2	741,3	21	738,6	694,0	44,6
24	696,0	696,3	99,6	741,3	21	738,6	693,3	45,3
24	695,0	695,3	100,0	741,3	21	738,6	692,3	46,3
24	694,1	694,4	100,4	741,3	21	738,6	691,4	47,2
24	693,2	693,4	101,0	741,3	21	738,6	690,5	48,1
24	691,7	692,0	101,6	741,3	22	738,5	688,8	49,7
24	690,9	691,2	102,0	741,3	22	738,5	688,2	50,3
24	690,1	690,4	102,4	741,3	22	738,5	687,4	51,1
24	638,7	638,9	120,0	741,1	22	738,3	636,2	102,1
24	589,1	589,3	130,8	741,0	22	738,2	586,7	151,5
24	539,0	539,3	138,8	740,9	22	738,1	537,0	200,9
24	489,0	489,3	145,2	740,9	22	738,1	487,0	251,1
24	439,0	439,3	151,2	740,9	22	738,1	437,4	300,7
24	389,0	389,3	156,8	740,9	22	738,1	387,6	350,5
24	339,0	339,3	160,9	740,9	22	738,1	337,8	400,3
24	289,0	289,3	165,1	740,8	22	738,0	288,0	450,0
24	239,0	239,3	168,7	740,8	22	738,0	238,2	499,8
24	139,0	139,3	175,1	740,8	22	738,0	138,6	599,4
24	39,0	39,3	180,6	740,8	22	738,0	39,0	699,0
29	688,0	688,4	102,6	739,1	24	736,0	684,7	51,3
29	639,5	640,0	119,2	738,9	24	735,8	636,6	99,3
29	589,3	589,8	130,0	738,8	24	735,7	586,6	149,1

Tabelle 29 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
29	540,0	540,8	138,0	738,8	24	735,7	537,6	198,1
29	487,5	488,0	145,0	738,7	24	735,6	485,3	250,3
29	437,0	437,8	151,2	738,5	25	735,3	435,2	300,1
29	386,0	387,0	156,8	738,3	25	735,1	384,5	350,6
29	338,5	339,0	160,9	738,1	25	734,9	337,1	397,8
29	284,0	285,0	165,3	738,1	25	734,9	283,1	451,8
29	236,0	237,0	168,7	738,1	25	734,9	235,3	499,6
29	137,0	138,0	175,1	737,9	25	734,7	135,8	598,9
29	38,0	39,0	180,4	737,9	25	734,7	38,3	696,4

Zur Konstruktion der Kurven wurden die Beobachtungen nach der Höhe des Druckes geordnet, wie sie in Tabelle 30 gesammelt sind, verwendet.

Tabelle 30.

Anilin.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,7	41,7	3,1	50,5	5,7	60,2	8,8	67,3
0,9	42,5	3,2	51,7	6,0	61,0	9,5	68,2
1,0	42,7	3,3	52,9	6,1	60,7	9,6	68,3
1,2	43,2	3,4	52,5	6,3	61,5	9,7	68,3
1,2	43,3	3,5	54,3	6,4	61,6	10,4	69,9
1,2	43,3	3,9	55,1	6,4	61,9	11,2	71,3
1,3	43,9	4,3	55,5	6,6	62,7	11,3	71,9
1,5	46,5	4,5	56,5	6,8	62,5	12,2	72,9
1,6	46,9	4,9	57,3	6,9	63,3	12,5	73,6
1,9	47,5	5,2	58,4	7,4	64,2	12,6	73,7
1,9	48,1	5,3	59,1	7,5	64,7	12,6	74,1
2,2	49,1	5,4	59,1	7,5	64,9	13,5	75,2
2,5	49,6	5,5	59,1	8,5	66,5	13,5	75,3
3,0	51,5	5,5	59,4	8,6	66,3	13,8	75,1

Tabelle 30 (Fortsetzung).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
14,3	76,3	21,6	83,9	33,7	93,6	50,3	102,0
14,4	76,4	21,6	84,5	34,7	93,9	50,5	102,7
14,6	76,3	22,2	84,7	34,8	93,7	51,1	102,4
14,8	77,1	22,3	84,5	35,8	94,6	51,3	102,6
15,2	77,4	22,5	85,3	36,1	94,4	99,2	119,2
15,4	77,7	23,3	85,5	36,5	94,9	102,1	120,0
15,5	77,5	23,4	86,1	37,1	95,0	149,1	130,0
16,1	78,3	23,7	86,0	37,3	95,8	151,5	130,8
16,2	78,7	23,8	86,1	37,7	95,7	198,1	138,8
16,3	78,7	24,3	86,7	38,2	95,7	250,3	145,0
16,8	79,5	24,7	86,8	39,2	96,5	251,1	145,2
17,1	79,5	25,1	87,3	39,7	97,2	300,1	151,2
17,3	79,7	25,5	87,3	40,0	96,8	300,7	151,8
17,5	80,3	25,7	87,7	40,6	97,5	350,5	156,8
17,6	79,9	26,3	88,2	40,9	97,2	350,6	156,8
18,1	80,3	26,9	88,7	41,7	98,1	397,8	160,9
18,3	80,5	27,5	88,6	41,9	97,8	400,3	160,9
18,4	81,1	27,7	89,2	41,9	98,2	450,0	165,1
18,5	81,1	27,8	89,1	42,2	98,3	451,8	165,3
19,0	81,9	28,8	89,9	43,2	98,7	499,6	168,7
19,3	82,1	29,2	90,4	43,6	99,1	499,8	168,7
19,6	82,1	29,5	90,4	43,9	98,8	598,9	175,1
19,8	82,5	30,7	91,3	44,5	99,7	599,4	175,1
20,2	82,9	31,2	91,7	44,6	99,2	696,4	180,4
20,2	83,1	31,8	92,1	45,3	99,6	699,0	180,6
20,8	82,9	31,8	92,2	46,3	100,0	740,4	183,2
20,8	83,7	32,5	91,9	47,2	100,4	741,1	183,1
21,4	83,9	33,4	92,6	48,1	101,0	760,0	183,8
21,5	84,3	33,5	93,1	49,7	101,6	760,0	183,9

Aus den Kurven wurden die in Tabelle 31 gegebenen Spannkräfte und in Tabelle 32 gegebenen Kochpunkte des Anilins abgelesen.

Besondere Bemerkungen sind nicht hinzuzufügen; nur sei betont, dass sich während der ganzen Dauer der Bestimmungen das Anilin beinahe vollkommen farblos erhielt.

Tabelle 31.

Dampfspannkraft des Anilin nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,5	40,2	14	75,8	32	92,2	50	101,9
1,0	43,1	15	77,2	33	92,8	75	111,9
1,5	45,6	16	78,5	34	93,4	100	119,4
2,0	47,9	17	79,7	35	94,0	150	130,8
2,5	49,9	18	80,8	36	94,6	200	138,7
3,0	51,8	19	81,8	37	95,2	250	145,6
3,5	53,5	20	82,8	38	95,8	300	151,5
4,0	55,0	21	83,8	39	96,4	350	156,9
4,5	56,5	22	84,7	40	96,9	400	161,1
5	57,9	23	85,5	41	97,4	450	165,0
6	60,5	24	86,3	42	97,9	500	168,7
7	62,9	25	87,1	43	98,5	550	171,9
8	65,2	26	87,9	44	99,0	600	175,0
9	67,3	27	88,7	45	99,5	650	178,0
10	69,2	28	89,5	46	100,0	700	180,8
11	71,0	29	90,2	47	100,5	750	183,5
12	72,7	30	90,9	48	101,0	760	183,9
13	74,3	31	91,6	49	101,4		

Tabelle 32.

Kochpunkte des Anilin nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.
40	0,5	58	5,0	76	14,1	94	35,0
41	0,6	59	5,4	77	14,8	95	36,7
42	0,8	60	5,8	78	15,6	96	38,4
43	1,0	61	6,2	79	16,4	97	40,2
44	1,2	62	6,6	80	17,3	98	42,1
45	1,4	63	7,0	81	18,2	99	44,0
46	1,6	64	7,5	82	19,2	100	46,0
47	1,8	65	7,9	83	20,2	101	48,1
48	2,0	66	8,4	84	21,3	102	50,2
49	2,3	67	8,9	85	22,4	110	69,2
50	2,5	68	9,4	86	23,6	120	102,2
51	2,8	69	9,9	87	24,8	130	145,8
52	3,1	70	10,4	88	26,1	140	211,0
53	3,4	71	11,0	89	27,4	150	286,0
54	3,7	72	11,6	90	28,8	160	387,0
55	4,0	73	12,2	91	30,2	170	522,5
56	4,3	74	12,8	92	31,7	180	685,0
57	4,7	75	13,4	93	33,3		

Beobachtungen über die Siedekurve des Anilins liegen von Kahlbaum[1]) und von Ramsay u. Young[2]) vor, jedoch nur für Drucke von etwa 10 mm. aufwärts von Kahlbaum, und etwa 15 mm. aufwärts von Ramsay u. Young. Beide Kurven zeigen das gleiche Bild, ein gutes, ja recht gutes Übereinstimmen für höhere Drucke, ein Abweichen gegen den aus Beobachtungen bei niederen Drucken abgeleiteten Teil. Der Grund dieser Erscheinung ist ebenfalls bei beiden

---

[1]) „Siedetemperatur und Druck," pag. 84, und Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 13, 1885, pag. 2107. —

[2]) Phil. Mag., 5th. Ser., Vol. 20, 1885, pag. 524, — und Chem. Soc. Journ., Vol. 47, 1885, pag. 648. —

der gleiche. Kahlbaum hat unter rund 25 mm. nur noch eine Beobachtung bei 9 mm., die anderen Forscher haben zwischen 55 und 15 mm. Druck nur vier Beobachtungen, während für die Herstellung der Kurve zwischen 50 und 760 mm. Druck ihnen 42 beobachtete Punkte zur Verfügung standen. Da dort, wo die Beobachtungen sich mehren, beide Kurven die von K. wie die von R. u. Y. sich der unsrigen nähern, darf offenbar dieser die grössere Zuverlässigkeit zugesprochen werden; als Beweis lassen wir die Zahlen folgen. Das von K. benützte Anilin kochte bei 182,0 ° C., das von R. und Y. bei 184,2 ° C. —

Tabelle 33.

Druck	Kahlbaum	Ramsay u. Young	v. Wirkner	Druck	Kahlbaum	Ramsay u. Young	v. Wirkner
mm.	° C.	° C.	° C.	mm.	° C.	° C.	° C.
10	72,7	—	69,2	100	—	119,9	119,4
12,5	75,6	—	73,6	150	—	131,0	130,8
15	78,3	—	77,2	200	—	139,4	138,8
17,5	80,7	—	80,3	300	—	151,8	151,5
20	83,0	81,0	82,8	400	—	161,2	161,1
22,5	85,1	83,6	85,1	500	—	168,9	168,7
25	87,2	85,7	87,1	600	—	175,5	175,0
50	100,9	102,0	101,9	700	—	181,3	180,8

Tabelle 34.

Temp.	Ramsay u. Young	v. Wirkner
° C.	mm.	mm.
77,4	16,2	15,2
85,8	24,1	23,3
93,0	33,6	33,3
99,6	43,8	44,0
105,1	56,5	56,8
110,4	70,6	70,5

Benzonitril. $C_6 H_5 — CN$.

Das Benzonitril konnte trotz mehrfacher Versuche nicht auf einen ganz konstanten Siedepunkt gebracht werden. Wie das auch sonst bei organischen Substanzen beobachtet wird, stieg derselbe langsam aber stetig, ohne bei einer bestimmten Temperatur ein längeres Verweilen zu zeigen.

Von 120 cc. des Präparates giengen, nachdem noch der Vorlauf besonders aufgefangen worden war, unter dem Drucke von 743,1 mm. korr. über

	20 cc.	bei	190,1 ° C.
	40 „	„	190,1 „
	60 „	„	190,2 „
	80 „	„	190,3 „
	100 „	„	190,4 „
der	Nachlauf	„	190,9 „

der letztere wurde wiederum besonders aufgefangen. Nach Ausführung aller Bestimmungen ergab sich als Siedepunkt unter 749,1 mm. Druck 190,2 ° C. — Nach Umrechnung auf den Normaldruck ergiebt sich als Mittel für das angewandte Benzonitril der *Sdp.* $\overset{0\,^\circ\,C.}{760\ mm.} = 190,7\,^\circ C.$ —

Ältere Angaben, deren Sorgfalt Berücksichtigung verdient, finden sich nur bei Kopp[1]) mit 190,6 ° C. —

Wie für die letztgenannten Stoffe konnte auch beim Benzonitril in beiden Apparaten beobachtet werden; Tabelle 35 bringt die mit Hilfe der Quecksilberluftpumpe, Tabelle 36 die mit Hilfe der Wasserluftpumpe angestellten Originalbestimmungen.

---

[1]) Liebig Annal., Bd. 98, 1856, pag. 373. —

Tabelle 35.

Benzonitril.

Quecksilberluftpumpe.

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
18	756,7	11,9	40,1	745,6	14	743,7	742,5	1,2
18	756,7	11,9	40,8	745,6	14	743,7	742,5	1,2
18	756,1	12,0	43,8	745,4	15	743,4	741,9	1,5
19	755,9	12,0	45,4	745,2	15	743,2	741,5	1,7
19	755,1	12,0	47,0	745,1	16	743,0	740,7	2,3
19	754,7	12,0	49,1	745,0	16	742,9	740,3	2,6
19	754,2	12,0	50,8	744,9	16	742,8	739,8	3,0
20	753,7	12,0	52,5	744,8	16	742,7	739,1	3,6
20	753,0	12,0	53,9	744,7	16	742,6	738,4	4,2
18	751,1	11,9	53,9	743,0	15	741,1	736,9	4,2
19	750,7	11,9	55,8	743,0	15	741,1	736,4	4,7
19	750,0	11,9	57,6	742,9	15	741,0	735,7	5,3
19	749,5	12,0	59,0	742,9	15	741,0	735,1	5,9
19	748,2	12,0	62,8	742,9	16	740,8	733,8	7,0
20	747,2	12,0	65,0	742,9	16	740,8	732,6	8,2
20	746,2	12,0	67,2	742,9	16	740,8	731,7	9,1
20	745,0	12,0	69,7	742,9	16	740,7	730,5	10,2
21	744,2	12,0	71,5	743,0	17	740,8	729,5	11,3
21	743,5	12,1	72,8	743,0	17	740,8	728,7	12,1
21	741,9	12,1	75,4	742,9	17	740,7	727,1	13,6
21	740,0	12,1	77,9	743,0	17	740,8	725,2	15,6
22	739,0	12,1	79,2	742,9	17	740,7	724,0	16,7
22	738,0	12,1	80,4	742,9	18	740,6	723,0	17,6
23	736,3	12,1	82,4	743,0	18	740,7	721,3	19,4
25	733,8	12,2	85,4	743,0	19	740,6	718,5	22,1
19	748,0	11,9	27,9	735,8	16	733,7	733,7	0,0
19	747,8	11,9	27,9	735,8	16	733,7	733,5	0,2
19	747,6	11,9	29,3	735,8	17	733,6	733,3	0,3
19	747,3	11,9	32,3	735,8	17	733,6	733,0	0,6
18	746,0	11,9	35,1	735,0	16	732,9	732,0	0,9
19	745,9	11,7	38,4	735,0	16	732,9	731,8	1,1
19	745,9	11,8	40,5	735,0	16	732,9	731,7	1,2

Tabelle 35 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
19	745,8	11,8	42,4	735,2	17	733,0	731,6	1,4
19	745,4	11,8	45,4	735,2	17	733,0	731,2	1,8
20	745,0	11,8	47,2	735,3	17	733,1	730,7	2,4
20	744,7	11,9	50,5	735,3	17	733,1	730,3	2,8
20	744,2	11,9	52,2	735,3	16	733,2	729,8	3,4
20	743,7	11,9	53,2	735,3	16	733,2	729,3	3,9
20	743,1	11,9	56,2	735,5	17	733,3	728,7	4,6
21	742,4	11,9	58,8	735,6	17	733,4	727,8	5,6
21	741,4	12,0	62,1	735,7	17	733,5	726,7	6,8
22	740,6	12,0	64,6	735,8	18	733,5	725,8	7,7
22	739,5	12,1	67,1	735,9	18	733,6	724,6	9,0
22	738,4	12,1	69,4	735,9	18	733,6	723,5	10,1
22	737,2	12,1	71,6	736,0	19	733,6	722,3	11,3
22	736,1	12,1	73,6	736,1	19	733,7	721,3	12,4
22	735,1	12,1	75,3	736,2	19	733,8	720,3	13,5
22	734,0	12,1	76,9	736,3	19	733,9	219,2	14,7
23	732,5	12,1	79,0	736,3	19	733,9	717,5	16,4
23	731,2	12,1	80,6	736,4	19	734,0	716,2	17,8

Tabelle 36.

Benzonitril.

Wasserluftpumpe.

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
13	731,1	731,2	74,4	744,3	14	742,5	729,6	12,9
13	730,2	730,4	75,5	744,3	14	742,5	728,7	13,8
13	729,3	729,4	76,6	744,2	14	742,4	727,8	14,6
13	728,5	728,7	77,6	744,2	14	742,4	727,0	15,4
14	727,3	727,5	79,2	744,2	14	742,4	725,6	16,8
14	726,2	726,4	80,6	744,1	14	742,3	724,5	17,8
14	724,6	724,8	82,3	744,1	14	742,3	722,9	19,4

Tabelle 36 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
15	723,4	723,6	83,6	744,1	14	742,3	721,8	20,5
15	722,2	722,3	84,8	744,1	14	742,3	720,4	21,9
15	721,2	721,2	86,0	744,0	14	742,2	719,3	22,9
15	719,9	720,0	87,1	743,9	14	742,1	718,1	24,0
15	718,9	719,1	88,1	743,9	14	742,1	717,1	25,0
15	717,4	717,5	89,2	743,9	14	742,1	715,6	26,5
15	716,2	716,3	90,2	743,8	14	742,0	714,6	27,4
15	715,1	715,2	91,0	743,7	14	741,9	713,3	28,6
15	713,7	713,7	92,0	743,7	14	741,8	711,9	29,9
15	712,5	712,6	92,8	743,7	14	741,8	710,8	31,0
15	711,3	711,5	93,6	743,6	14	741,7	709,6	32,1
15	710,2	710,2	94,3	743,6	14	741,7	708,4	33,3
15	709,2	709,3	95,0	743,6	14	741,7	707,5	34,2
15	707,4	707,5	95,9	743,5	14	741,6	705,7	35,9
14	706,2	706,3	96,0	742,5	15	740,6	704,5	36,1
14	705,2	705,3	96,8	742,5	15	740,6	703,6	37,0
13	707,2	707,4	97,8	746,3	14	744,5	705,7	38,8
13	706,2	706,3	98,5	746,5	14	744,7	704,7	40,0
13	705,2	705,3	99,2	746,7	14	744,9	703,7	41,2
13	704,2	704,2	99,9	746,7	14	744,9	702,6	42,3
13	703,1	703,1	100,5	746,8	14	745,0	701,5	43,5
13	701,9	702,1	101,1	746,8	14	745,0	700,4	44,6
13	700,8	700,9	101,8	746,9	14	745,1	699,3	45,8
13	699,8	699,9	102,4	747,1	14	745,3	698,3	47,0
13	698,7	698,8	103,0	747,2	14	745,4	697,2	48,2
14	697,7	697,8	103,5	747,3	14	745,5	696,1	49,4
14	696,6	696,7	104,1	747,4	14	745,6	695,0	50,6
14	695,7	695,7	104,7	747,5	14	745,7	694,0	51,7
14	694,6	694,7	105,2	747,7	14	745,9	693,0	52,9
14	693,4	693,5	105,8	747,7	15	745,7	691,7	54,0
15	733,7	733,9	76,1	748,1	15	746,1	731,9	14,2
15	731,4	731,6	79,2	748,4	15	746,4	729,6	16,8
15	729,2	729,3	82,1	748,6	15	746,6	727,4	19,2
15	725,9	726,1	85,8	748,7	15	746,7	724,1	22,6
15	722,6	722,7	88,6	748,8	16	746,7	720,8	25,9

Tabelle 36 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
15	720,5	720,7	90,6	748,8	16	746,7	718,7	28,0
15	719,1	719,2	91,7	748,9	15	746,9	717,3	29,6
15	717,2	717,3	93,2	748,9	15	746,9	715,4	31,5
15	716,0	716,0	94,0	748,9	15	746,9	714,1	32,8
16	713,9	714,0	95,4	749,1	15	747,1	712,0	35,1
16	711,0	711,1	97,6	749,1	15	747,1	709,1	38,0
16	707,4	707,6	99,5	749,1	15	747,1	705,5	41,6
16	705,2	705,3	100,7	749,1	15	747,1	703,3	43,8
16	702,6	702,7	102,1	749,2	15	747,2	700,7	46,5
16	700,2	700,3	103,2	749,3	15	747,3	698,3	49,0
16	699,1	699,2	103,9	749,3	15	747,3	697,3	50,0
16	697,2	697,2	104,9	749,3	15	747,3	695,3	52,0
11	652,0	652,0	121,4	752,1	14	750,3	650,8	99,5
12	601,5	601,7	133,1	752,2	14	750,4	600,3	150,1
13	550,2	550,5	141,6	752,4	14	750,6	549,2	201,4
13	500,4	500,8	148,2	752,4	14	750,6	499,5	251,1
14	601,4	601,7	133,3	752,5	14	750,7	600,1	150,6
14	651,5	651,7	121,6	752,5	14	750,7	650,1	100,6
13	448,3	448,6	156,2	751,8	14	750,0	447,5	302,5
12	351,6	351,9	165,5	751,5	14	749,7	351,3	398,4
12	249,3	249,6	174,3	751,2	14	749,4	249,0	500,4
11	147,3	147,5	181,6	751,2	14	749,4	147,0	602,4
11	48,5	48,8	187,4	750,9	14	749,1	48,6	700,5
11	49,2	49,4	187,4	750,9	14	749,1	49,1	700,0
11	249,9	250,1	174,2	750,8	14	749,0	249,5	499,5
11	348,8	349,1	165,8	750,8	14	749,0	348,5	400,5

Die vorstehend mitgeteilten Zahlen sind dann wieder nach der Grösse des Druckes in der Tabelle 37 geordnet zusammengestellt worden und zur Konstruktion der Kurve verwendet. Die aus dieser Kurve abgelesenen Dampfspannkräfte und Kochpunkte des Benzonitrils teilen wir in Tabelle 38 und 39 mit.

Tabelle 37.

Benzonitril.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,0	27,9	7,7	64,6	21,9	84,8	43,8	100,7
0,2	27,9	8,2	65,0	22,1	85,4	44,6	101,1
0,3	29,3	9,0	67,1	22,6	85,8	45,8	101,8
0,6	32,3	9,1	67,2	22,9	86,0	46,5	102,1
0,9	35,1	10,1	69,4	24,0	87,1	47,0	102,4
1,1	38,4	10,2	69,7	25,0	88,1	48,2	103,0
1,2	40,1	11,3	71,5	25,9	88,6	49,0	103,2
1,2	40,5	11,3	71,6	26,5	89,2	49,4	103,5
1,2	40,8	12,1	72,8	27,4	90,2	50,0	103,9
1,4	42,4	12,4	73,6	28,0	90,6	50,6	104,1
1,5	43,8	12,9	74,4	28,6	91,0	51,7	104,7
1,7	45,4	13,5	75,3	29,6	91,7	52,0	104,9
1,8	45,4	13,6	75,4	29,9	92,0	52,9	105,2
2,3	47,0	13,8	75,5	31,0	92,8	54,0	105,8
2,4	47,3	14,2	76,1	31,5	93,2	99,5	121,4
2,6	49,1	14,6	76,6	32,1	93,6	100,6	121,6
2,8	50,5	14,7	76,9	32,8	94,0	150,1	133,1
3,0	50,8	15,4	77,6	33,3	94,3	150,6	133,3
3,4	52,2	15,6	77,9	34,2	95,0	201,4	141,6
3,6	52,5	16,4	79,0	35,1	95,4	251,1	148,2
3,9	53,2	16,7	79,2	35,9	95,9	302,5	156,2
4,2	53,9	16,8	79,0	36,1	96,0	398,4	165,5
4,2	53,9	16,8	79,2	37,0	96,8	400,5	165,8
4,6	56,2	17,6	80,4	38,0	97,3	499,5	174,2
4,7	55,8	17,8	80,6	38,8	97,8	500,4	174,3
5,3	57,6	17,8	80,6	40,0	98,5	602,4	181,6
5,6	58,8	19,2	82,1	41,2	99,2	700,0	187,4
5,9	59,0	19,4	82,3	41,6	99,5	700,5	187,4
6,8	62,1	19,4	82,4	42,3	99,9	749,1	190,2
7,0	62,8	20,5	83,6	43,5	100,5	760,0	190,6

Tabelle 38.

Dampfspannkraft des Benzonitril, nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,5	33,0	15	77,1	34	94,9	53	105,3
1,0	38,4	16	78,4	35	95,5	54	105,7
1,5	42,2	17	79,6	36	96,1	55	106,1
2,0	45,3	18	80,8	37	96,7	75	113,7
2,5	47,8	19	81,9	38	97,3	100	121,3
3,0	50,0	20	83,0	39	97,9	150	132,8
3,5	52,0	21	84,1	40	98,5	200	141,4
4,0	53,8	22	85,1	41	99,1	250	148,6
4,5	55,4	23	86,1	42	99,7	300	155,3
5,0	56,9	24	87,1	43	100,3	350	161,1
6	59,9	25	88,0	44	100,9	400	165,8
7	62,5	26	88,9	45	101,4	450	170,2
8	64,9	27	89,7	46	101,9	500	174,4
9	67,1	28	90,5	47	102,4	550	178,1
10	69,1	29	91,3	48	102,9	600	181,6
11	71,0	30	92,1	49	103,4	650	184,8
12	72,6	31	92,8	50	103,9	700	187,7
13	74,2	32	93,5	51	104,4	750	190,1
14	75,7	33	94,2	52	104,9	760	190,6

Tabelle 39.

Kochpunkte des Benzonitril, nach ° C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.
30	0,3	70	10,4	85	21,9	100	42,6
35	0,7	71	11,0	86	22,9	101	44,4
40	1,2	72	11,6	87	23,9	102	46,3
45	1,9	73	12,2	88	25,0	103	48,3
50	3,0	74	12,8	89	26,1	104	50,3
55	4,4	75	13,5	90	27,3	105	52,3
60	6,0	76	14,2	91	28,6	110	64,4
61	6,4	77	14,9	92	29,9	120	95,3
62	6,8	78	15,7	93	31,3	130	136,8
63	7,2	79	16,5	94	32,8	140	191,4
64	7,6	80	17,3	95	34,3	150	260,0
65	8,0	81	18,2	96	35,9	160	339,0
66	8,4	82	19,1	97	37,5	170	447,0
67	8,9	83	20,0	98	39,1	180	557,0
68	9,4	84	20,9	99	40,8	190	748,0
69	9,9						

Da keinerlei sonstige Beobachtungen für das Benzonitril vorliegen, so haben wir auch unseren Zahlen nichts mehr zuzufügen. —

Benzylalkohol. $C_6H_5—CH_2OH$.

Das bezogene Produkt zeigte bereits einen sehr konstanten Siedepunkt und da zudem wasserentziehende Mittel verharzend auf den Alkohol wirken, musste von Anwendung derselben abgesehen werden.

Zur Bestimmung des Siedepunktes wurden aus einer Platinkolonne 120 cc. beim Drucke 733,5 mm. korr. destillirt. Davon giengen über: 10 cc., die als Vorlauf besonders aufgefangen wurden, bei 203,5 ° C. — und weiter

30 cc. bei 203,7 ° C.
50 „ „ 203,7 „
70 „ „ 203,7 „
90 „ „ 203,7 „
110 „ „ 203,8 „

Die Siedekurve ergab, dass die Kopp-Kahlbaum'sche Berechnungsmethode auf den Normaldruck nicht mehr vollkommen ausreichend genau war, dass vielmehr auch bei so hohen Drucken der Siedepunkt durch geringe Schwankungen in höherem Masse beeinflusst wird, als es die der Berechnung zu Grunde liegende Annahme voraussetzt. Es würde sich z. B. aus der Beobachtung 203,4 ° C. unter 721,8 mm. Druck nach Kahlbaum's Tabelle[1]) berechnen 204,9 ° C., während aus der Kurve 205,1 ° C. abzulesen ist; aus der Beobachtung 203,7 ° C. bei 733,5 mm. würde sich noch ungünstiger 204,7 ° C. aus der Rechnung ergeben.

Trotz dieses Mangels ist die Kahlbaum'sche Tabelle sehr wohl zu verwenden, um zwei bei atmosphärischem Luftdruck beobachtete Siedepunkte zur Vergleichung auf einen gemeinschaftlichen Druck zu bringen, natürlich nur so lange es sich um Beobachtungen an dem gleichen Stoffe handelt. Denn es ist nicht zu befürchten, dass die Abweichung der berechneten von der wirklichen Verschiebung einen so hohen Wert annimmt, dass sie innerhalb der Schwankungsgrenzen der Atmosphäre bei demselben Stoffe störend auftritt. Wir haben deshalb auch, um die Änderung, welche etwa der Siedepunkt des Benzylalkohols während der Ausführung der Bestimmungsreihe erlitten haben könnte, nachweisen zu können, die beobachteten Siedepunkte vor- und nachher mit Hilfe der Kahlbaum'schen

---

[1]) Kahlbaum, „Der Einfluss des atmosphärischen Druckwechsels auf den Kochpunkt der Körper". Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 19, 1886, pag. 3100. —

Tabelle auf 760 mm. umgerechnet; es ergab sich da, dass nur eine Erhöhung um 0,1 ° C. stattgefunden hatte, der Siedepunkt also so gut wie konstant geblieben war.

Bei der Konstruktion der Kurve ergaben sich erhebliche Schwierigkeiten, so dass der Eindruck hervorgerufen wurde, als wenn ungenügende Beobachtungen das Ausführen der Zeichnung erschwerten. Ein genaues Nachgehen den beobachteten Punkten schien der Kurve einen erzwungenen Charakter zu verleihen, so dass wir uns entschlossen, die Versuche noch einmal vollkommen von Neuem zu beginnen und auszuführen. Es wurde demzufolge für eine zweite Portion Benzylalkohol der Siedepunkt von Neuem bestimmt; und es ergab sich das Folgende:

Benzylalkohol I. *Sdp.* $\frac{0\,^{\circ}\text{C.}}{760\text{ mm.}}$ = 205,1 ° C.

Benzylalkohol II. *Sdp.* $\frac{0\,^{\circ}\text{C.}}{760\text{ mm.}}$ = 205,0 ° C.

Als I. und II. unterschieden, werden wir die beiden Beobachtungsreihen und die daraus abgeleiteten Resultate weiter unten getrennt aufführen.

Die beiden zur Vergleichung vorliegenden älteren Siedepunktsbestimmungen, denen auch eine Druckangabe beigefügt ist, zeichnen sich nicht gerade durch grosse Konstanz der beobachteten Temperaturen aus. Nichtsdestoweniger wollen wir sie doch, auf den Normaldruck zurückgeführt, angeben.

Kopp[1]) 206,7 ° C.
Brühl[2]) 205,7 „

Die Reduktion auf 760 mm. wurde nach Massgabe unserer Kurve vorgenommen.

Lassen wir nun die Beobachtungen zunächst für Benzylalkohol I. folgen, die in Tabelle 40 für die niedrigsten Drucke, in Tabelle 41 für hohe Drucke gesammelt sind.

---

[1]) Liebig Annal., Bd. 94, 1855, pag. 313. —
[2]) Ebenda, Bd. 200, 1880, pag. 189. —

Tabelle 40.

Benzylalkohol I.

Quecksilberluftpumpe.

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
17	751,8	12,6	60,0	739,2	14	737,4	737,0	0,4
17	751,8	12,6	60,5	739,3	14	737,5	737,0	0,5
18	752,1	12,6	52,1	739,3	15	737,4	737,2	0,2
18	752,1	12,6	52,1	739,3	15	737,4	737,2	0,2
18	752,1	12,6	54,9	739,3	15	737,4	737,2	0,2
18	752,4	12,7	54,5	739,5	15	737,6	737,4	0,2
18	752,5	12,7	48,9	739,5	15	737,6	737,5	0,1
18	752,4	12,7	52,9	739,5	15	737,6	737,4	0,2
18	752,4	12,8	54,9	739,5	16	737,5	737,3	0,2
18	752,4	12,8	57,1	739,6	16	737,6	737,3	0,3
19	752,4	12,8	60,0	739,7	16	737,7	737,3	0,4
19	752,4	12,8	60,1	739,7	16	737,7	737,3	0,4
19	752,2	12,8	60,9	739,8	16	737,7	737,0	0,7
20	752,0	12,9	66,1	740,0	17	737,8	736,5	1,3
20	751,5	12,9	68,1	740,0	17	737,8	736,0	1,8
20	751,1	12,9	69,7	740,1	17	737,9	735,6	2,3
20	750,3	12,9	73,3	740,1	17	737,9	734,8	3,1
20	750,0	12,9	76,0	740,2	16	738,1	734,5	3,6
17	755,9	12,5	47,4	743,1	14	741,3	741,2	0,1
17	755,9	12,5	46,7	743,1	14	741,3	741,2	0,1
17	755,8	12,6	51,1	743,1	14	741,3	741,1	0,3
17	756,0	12,7	51,9	743,2	15	741,3	741,1	0,2
18	755,9	12,7	59,5	743,2	15	741,3	740,9	0,4
18	755,9	12,7	59,5	743,2	15	741,3	740,9	0,4
19	755,3	12,7	63,9	743,3	16	741,2	740,2	1,0
19	755,0	12,8	66,5	743,3	16	741,2	739,8	1,4
19	754,5	12,9	69,5	743,4	16	741,3	739,2	2,1
20	754,1	12,9	71,0	743,4	16	741,3	738,6	2,7
20	753,8	12,9	73,8	743,6	16	741,5	738,3	3,2
20	753,4	12,9	75,7	743,6	16	741,5	737,9	3,6
19	749,0	12,6	76,8	740,0	15	738,1	734,0	4,1
19	748,8	12,7	78,7	740,1	15	738,2	733,7	4,5

Tabelle 40 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
19	748,3	12,7	80,3	740,1	15	738,2	733,2	5,0
19	747,7	12,8	82,9	740,0	15	738,1	732,5	5,6
20	746,9	12,8	84,7	739,9	16	737,8	731,6	6,2
20	745,7	12,8	87,5	739,7	16	737,6	730,4	7,2
20	744,5	12,8	90,3	739,8	16	737,7	729,2	8,5
19	743,3	12,8	92,4	739,7	16	737,6	728,1	9,5
19	742,1	12,9	94,6	739,8	16	737,7	726,8	10,9
20	741,2	12,9	95,7	739,8	16	737,7	725,8	11,9
22	740,5	12,9	97,0	739,9	17	737,7	724,8	12,9
23	739,7	12,9	98,3	739,9	17	737,7	723,9	13,8
23	738,8	13,0	100,0	740,0	18	737,7	722,9	14,8
23	737,6	13,0	101,6	740,1	18	737,8	721,7	16,1
23	736,1	13,0	103,1	740,1	18	737,8	720,2	17,6
24	734,9	13,0	104,3	740,0	19	737,6	718,9	18,7
24	733,6	13,0	105,6	740,0	19	737,6	717,6	20,0
24	731,9	13,0	107,2	740,0	19	737,6	715,9	21,7
24	730,1	13,0	108,7	740,0	19	737,6	714,1	23,5
20	744,4	12,8	72,3	734,0	17	731,8	729,1	2,7
20	744,3	12,9	72,9	734,1	17	731,9	729,0	2,9
20	743,7	12,9	75,8	734,1	17	731,9	728,3	3,6
20	742,9	12,9	79,1	734,1	17	731,9	727,5	4,4
20	741,8	12,9	82,7	734,1	17	731,9	726,4	5,5
20	740,7	12,9	86,1	734,2	17	732,0	725,3	6,7
20	739,0	12,9	90,0	734,2	17	732,0	723,6	8,4
20	738,3	12,9	91,5	734,3	17	732,1	722,9	9,2
20	737,6	12,9	93,2	734,4	17	732,2	722,2	10,0
20	736,3	12,9	95,2	734,4	17	732,2	720,9	11,3
21	734,9	13,0	97,3	734,4	18	732,1	719,3	12,8
21	734,1	13,0	98,5	734,5	18	732,2	718,4	13,8
22	733,0	13,0	100,3	734,6	18	732,3	717,3	15,0
22	731,4	13,0	102,4	734,9	19	732,5	715,7	16,8

Tabelle 41.

Benzylalkohol I.

Wasserluftpumpe.

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
14	724,8	724,9	98,6	739,1	16	737,0	723,1	13,9
14	723,3	723,5	100,2	739,1	16	737,0	721,7	15,3
14	722,2	722,4	101,7	739,2	16	737,1	720,6	16,5
14	721,4	721,7	102,5	739,2	16	737,1	719,9	17,2
14	721,0	721,1	103,2	739,2	16	737,1	719,4	17,7
14	720,1	720,1	104,3	939,3	16	737,2	718,4	18,8
14	719,0	719,1	105,4	739,3	16	737,2	717,4	19,8
15	717,7	717,9	106,7	739,3	16	737,2	715,9	21,3
15	716,3	716,5	107,7	739,4	17	737,2	714,5	22,7
15	715,2	715,4	108,8	739,4	17	737,2	713,4	23,8
16	714,2	714,3	109,5	739,4	17	737,2	712,3	24,9
16	713,2	713,3	110,4	739,4	17	737,2	711,3	25,9
16	712,2	712,4	111,1	739,3	17	737,1	710,3	26,8
16	711,1	711,2	111,9	739,2	17	737,0	709,2	27,8
17	710,1	710,2	112,6	739,1	17	736,9	708,1	28,8
17	709,1	709,2	113,2	739,1	17	736,9	707,1	29,8
17	708,1	708,2	113,1	738,1	17	735,8	706,1	29,7
17	707,1	707,3	113,9	738,0	18	735,7	705,1	30,6
17	706,1	706,3	114,5	738,0	18	735,7	704,1	31,6
18	705,2	705,4	115,1	738,0	18	735,7	703,1	32,6
17	704,3	704,5	115,6	738,0	18	735,7	702,3	33,4
17	703,4	703,5	116,1	738,0	18	735,7	701,4	34,2
17	702,3	702,5	116,8	738,0	18	735,7	700,3	35,4
17	701,2	701,4	117,5	738,0	18	735,7	699,2	36,5
17	700,1	700,2	118,2	738,0	18	735,7	698,1	37,6
17	698,2	698,3	119,3	738,0	18	735,7	696,2	39,5
17	697,1	697,1	119,9	738,0	18	735,7	695,1	40,6
17	695,6	695,8	120,6	738,0	18	735,7	693,6	42,1
17	694,3	694,5	121,2	738,0	18	735,7	692,4	43,3
17	693,4	693,6	121,6	738,0	18	735,7	691,6	44,1
17	692,4	692,7	122,2	738,1	18	735,8	690,6	45,2
17	691,3	691,5	122,8	738,2	18	735,9	689,4	46,5

Tabelle 41 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
17	690,3	690,5	123,4	738,3	18	736,0	688,4	47,6
17	688,9	688,9	124,0	738,2	18	735,9	686,9	49,0
17	687,9	688,0	124,4	738,2	18	735,9	686,0	49,9
17	686,1	686,3	125,1	738,2	18	735,9	684,2	51,7
17	685,0	685,1	125,6	738,2	18	735,9	683,0	52,9
17	684,1	684,1	126,0	738,2	17	736,0	682,0	54,0
17	682,3	682,5	126,6	738,2	17	736,0	680,4	55,6
14	717,3	717,4	98,7	731,9	16	729,9	715,7	14,2
14	716,2	716,4	100,0	731,8	16	729,8	714,6	15,2
14	714,4	714,6	101,9	731,7	16	729,7	712,8	16,9
14	712,2	712,4	104,5	731,7	16	729,7	710,6	19,1
15	710,9	711,0	106,2	731,7	16	729,7	709,2	20,5
15	709,2	709,4	107,4	731,7	16	729,7	707,5	22,2
16	707,5	707,6	108,8	731,6	16	729,6	707,6	24,0
16	705,9	706,1	110,1	731,6	16	729,6	704,0	25,6
16	704,0	704,1	111,4	731,6	17	729,5	702,2	27,3
16	702,6	702,8	112,5	731,6	17	729,5	700,8	28,7
16	700,3	700,4	114,1	731,4	17	729,4	698,5	30,9
16	698,4	698,5	115,1	731,2	17	729,0	696,6	32,4
16	696,6	696,8	115,9	731,0	17	728,8	694,8	34,0
16	695,0	695,2	117,0	731,0	17	728,8	693,2	35,6
16	692,1	692,3	118,7	730,8	17	728,6	690,3	38,3
16	691,0	691,2	119,3	730,8	17	728,6	689,2	39,4
16	689,4	689,5	120,1	730,7	17	728,5	687,6	40,9
16	688,0	688,1	120,8	730,6	17	728,4	686,2	42,2
17	686,9	687,0	121,4	730,6	17	728,4	685,0	43,4
16	683,2	683,4	121,9	728,4	17	726,2	681,4	44,8
16	682,2	682,4	122,4	728,3	17	726,1	680,4	45,7
17	680,7	680,9	122,8	727,8	17	725,6	678,8	46,8
17	679,3	679,5	123,6	727,9	17	725,7	677,4	48,3
17	678,2	678,3	124,0	727,7	17	725,5	676,3	49,2
18	676,9	677,0	124,6	727,6	18	725,3	674,9	50,4
18	675,0	675,2	125,4	727,4	17	725,2	673,0	52,2
18	673,7	673,9	125,8	727,4	18	725,1	671,7	54,4
18	671,1	671,3	126,8	727,3	18	725,0	669,1	55,9

Tabelle 41 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
19	628,5	628,6	141,2	727,3	18	725,0	626,5	98,5
20	576,3	576,4	152,2	727,3	18	725,0	574,4	150,6
20	525,3	525,5	160,8	727,2	18	724,9	523,6	201,3
20	476,7	477,1	167,2	727,0	18	724,7	475,2	249,5
20	426,9	427,2	172,8	726,9	18	724,6	425,6	299,0
20	328,2	328,6	181,7	726,9	18	724,6	327,3	397,3
20	221,2	221,6	189,4	726,7	17	724,5	220,6	503,9
21	124,4	124,7	195,5	726,4	17	724,2	124,2	600,0
21	24,5	24,8	201,3	726,3	17	724,1	24,6	699,5
14	672,2	672,4	125,1	724,3	15	722,4	670,7	51,7
15	622,5	622,7	141,6	724,2	15	722,3	621,0	101,3
15	522,2	522,4	160,8	723,7	15	721,8	520,9	200,9
15	317,6	317,7	182,6	723,9	15	722,0	316,9	405,1
15	120,5	120,9	195,7	723,8	15	721,9	120,4	601,5

Die folgende Tabelle 42 vereinigt die in beiden Apparaten angestellten Beobachtungen in einer nach der Höhe des Druckes geordneten Reihe, wie dieselben zur Konstruktion der ersten Kurve verwandt wurden.

Tabelle 42.

Benzylalkohol I.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,1	46,7	0,2	54,5	0,4	60,1	2,1	69,5
0,1	47,3	0,2	54,9	0,5	60,5	2,3	69,7
0,1	48,9	0,2	54,9	0,7	60,9	2,7	71,0
0,2	51,1	0,3	57,1	1,0	63,9	2,7	72,3
0,2	51,9	0,4	59,5	1,3	66,1	2,9	72,9
0,2	52,1	0,4	59,5	1,4	66,5	3,1	73,3
0,2	52,9	0,4	60,0	1,8	68,1	3,2	73,8

Tabelle 42 (Fortsetzung).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
3,6	75,7	15,3	100,2	29,7	113,1	47,6	123,4
3,6	75,8	16,1	101,6	29,8	113,2	48,3	123,6
3,6	76,0	16,5	101,7	30,6	113,9	49,0	124,0
4,1	76,8	16,8	102,4	30,9	114,1	49,2	124,0
4,4	79,1	16,9	101,9	31,6	114,5	49,9	124,4
4,5	78,7	17,2	102,5	32,4	115,1	50,4	124,6
5,0	80,3	17,6	103,1	32,6	115,1	51,7	125,0
5,5	82,7	17,7	103,2	33,4	115,6	51,7	125,1
5,6	82,9	18,7	104,3	34,0	115,9	52,2	125,4
6,2	84,7	18,8	104,3	34,3	116,1	52,9	125,6
6,7	86,1	19,1	104,5	35,4	116,8	54,0	126,0
7,2	87,5	19,8	105,4	35,6	117,0	54,4	125,8
8,4	90,0	20,0	105,6	36,5	117,5	55,6	126,8
8,5	90,3	20,5	106,2	37,6	118,2	98,5	141,2
9,2	91,5	21,3	106,7	38,3	118,7	101,3	141,6
9,5	92,4	21,7	107,2	39,4	119,3	150,6	152,2
10,0	93,2	22,2	107,4	39,5	119,3	200,9	160,8
10,9	94,6	22,7	107,7	40,6	119,9	201,3	160,8
11,3	95,2	23,5	108,7	40,9	120,1	249,5	167,2
11,9	95,7	23,8	108,8	42,1	120,6	299,0	172,8
12,8	97,3	24,0	108,8	42,2	120,8	397,3	181,7
12,9	97,0	24,9	109,5	43,3	121,2	405,1	182,6
13,8	98,3	25,6	110,2	43,4	121,4	503,9	189,4
13,8	98,5	25,9	110,4	44,1	121,6	600,0	195,5
13,9	98,6	26,8	111,1	44,8	121,9	601,5	195,7
14,2	98,7	27,3	111,4	45,2	122,2	699,5	201,3
14,8	100,0	27,8	111,9	45,7	122,4	721,8	203,4
15,0	100,3	28,7	112,5	46,5	122,8	733,5	203,7
15,2	100,0	28,8	112,6	46,8	122,8		

Aus dieser uns, wie gesagt, unsicher und gezwungen erscheinenden Kurve wurden die Werte für die Dampfspannkraft in Tabelle 43 abgelesen. Die scheinbare Unsicherheit des Verlaufes der Kurve liess uns darauf verzichten, die Kochpunkte, wie wir das sonst zu thun pflegten, besonders abzulesen und in einer weiteren Tabelle zusammen zu stellen.

Tabelle 43.

Dampfspannkraft des Benzylalkohol I, nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,5	57,5	15	100,0	34	115,9	53	125,6
1,0	62,0	16	101,2	35	116,6	54	126,0
1,5	65,7	17	102,3	36	117,2	55	126,4
2,0	68,5	18	103,5	37	117,8	75	133,9
2,5	71,1	19	104,5	38	118,4	100	141,2
3,0	73,2	20	105,5	39	119,0	150	152,2
3,5	75,3	21	106,4	40	119,6	200	160,7
4,0	77,3	22	107,3	41	120,1	250	167,2
4,5	79,2	23	108,1	42	120,6	300	172,7
5,0	80,9	24	109,0	43	121,2	350	177,6
6	84,0	25	109,7	44	121,7	400	182,0
7	86,8	26	110,5	45	122,2	450	185,7
8	89,2	27	111,2	46	122,6	500	189,0
9	91,2	28	112,0	47	123,1	550	192,4
10	93,0	29	112,7	48	123,5	600	195,5
11	94,6	30	113,4	49	123,9	650	199,1
12	96,1	31	114,0	50	124,4	700	201,8
13	97,5	32	114,7	51	124,8	750	204,8
14	98,8	33	115,3	52	125,2	760	205,1

Die in Tabelle 44 und 45 mitgeteilten Originalbeobachtungen am Benzylalkohol II. wurden etwa drei Monate nach den eben aufgeführten Bestimmungen am Benzylalkohol I. vorgenommen.

Tabelle 44.

Benzylalkohol II.

Quecksilberluftpumpe.

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
17	759,1	10,1	45,0	748,6	13	746,9	746,8	0,1
17	759,4	10,2	44,6	748,8	13	747,1	747,0	0,1
17	759,5	10,2	46,6	748,9	13	747,2	747,1	0,1
17	759,0	10,2	54,0	748,7	13	747,0	746,6	0,4
17	759,2	10,4	53,0	748,7	13	747,0	746,6	0,4
17	759,2	10,4	53,4	748,7	13	747,0	746,6	0,4
17	758,8	10,4	58,4	748,7	13	747,0	746,2	0,8
17	758,6	10,5	62,0	748,7	13	747,0	745,9	1,1
17	758,2	10,5	64,6	748,7	14	746,9	745,5	1,4
17	758,2	10,5	64,0	748,7	14	746,9	745,5	1,4
17	758,0	10,5	65,8	748,7	14	746,9	745,3	1,6
18	757,7	10,5	67,8	748,7	14	746,9	744,9	2,0
18	757,1	10,5	70,0	748,7	15	746,7	744,2	2,4
18	756,7	10,5	72,2	748,7	15	746,7	743,8	2,8
18	756,1	10,5	74,0	748,6	15	746,6	743,2	3,3
18	755,8	10,5	75,8	748,6	15	746,6	742,8	3,6
18	755,3	10,5	77,3	748,6	15	746,6	742,3	4,1
17	753,0	10,1	79,0	747,0	14	745,2	740,7	4,5
17	752,7	10,2	80,8	747,0	14	745,2	740,3	4,9
17	752,0	10,2	82,5	746,9	14	745,1	739,6	5,5
17	751,5	10,2	84,1	746,9	14	745,1	739,1	6,0
18	750,8	10,2	86,2	746,9	14	745,1	738,3	6,8
18	749,9	10,3	88,3	746,9	14	745,1	737,3	7,8
18	749,0	10,3	90,2	747,0	15	745,0	736,4	8,6
18	748,1	10,5	91,9	747,0	15	745,0	735,3	9,7
18	747,3	10,6	93,3	747,0	15	745,0	734,4	10,6
18	746,5	10,6	94,7	747,0	15	745,0	733,6	11,4
18	745,7	10,6	96,2	747,0	15	745,0	732,8	12,2
18	744,9	10,6	97,3	747,0	15	745,0	732,0	13,0
18	744,0	10,6	98,6	747,0	15	745,0	731,1	13,9
18	743,0	10,6	99,8	746,9	15	744,9	730,1	14,8
18	742,1	10,6	100,6	746,9	15	744,9	729,2	15,7

Tabelle 44 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B.K.	T.K.	B. K. red.	B.red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
18	740,1	10,6	102,8	747,0	15	745,0	727,2	17,8
18	738,0	10,6	105,3	747,0	15	745,0	725,3	19,7
18	756,0	9,9	44,2	745,7	14	743,9	743,8	0,1
17	756,0	10,0	46,2	745,7	14	743,9	743,8	0,1
17	755,7	10,0	53,6	745,7	14	743,9	743,5	0,4
17	755,6	10,0	56,4	745,7	14	743,9	743,4	0,5
17	755,3	10,0	58,6	745,7	14	743,9	743,1	0,8
17	755,1	10,0	61,2	745,7	14	743,9	742,9	1,0
18	755,0	10,0	63,7	745,7	14	743,9	742,7	1,2
18	754,6	10,0	66,6	745,7	14	743,9	742,3	1,6
18	754,3	10,0	67,9	745,8	14	744,0	742,0	2,0
18	754,1	10,0	69,2	745,8	14	744,0	741,8	2,2
18	753,4	10,0	72,9	745,9	15	743,9	741,1	2,8
19	752,9	10,0	75,2	745,9	15	743,9	740,5	3,4
19	752,6	10,1	76,8	745,8	15	743,8	740,1	3,7
19	752,0	10,1	78,0	745,8	15	743,8	739,5	4,3
19	751,1	10,1	81,2	745,7	15	743,7	738,6	5,1
19	750,6	10,1	83,0	745,7	15	743,7	738,1	5,6
19	749,8	10,1	85,2	745,7	15	743,7	737,3	6,4
19	748,9	10,1	87,0	745,6	15	743,6	736,4	7,2
19	748,0	10,1	89,2	745,6	15	743,6	735,5	8,1
18	746,7	9,9	89,0	744,6	15	742,7	734,5	8,2
18	745,9	9,9	90,6	744,6	15	742,7	733,7	9,0
18	744,7	9,9	92,9	744,6	15	742,7	732,5	10,2
18	743,8	9,9	94,5	744,6	15	742,7	731,6	11,1
18	743,0	9,9	95,7	744,6	15	742,7	730,8	11,9
18	742,2	10,0	97,0	744,6	15	742,7	729,9	12,8
18	740,7	10,0	99,2	744,6	15	742,7	728,4	14,3
18	739,8	10,0	100,2	744,6	15	742,7	727,5	15,2
18	738,9	10,0	101,3	744,6	15	742,7	726,6	16,1
19	738,0	10,0	102,3	744,6	15	742,7	725,7	17,1
19	736,9	10,1	103,7	744,6	15	742,7	724,4	18,3
19	736,1	10,1	104,5	744,6	15	742,7	733,6	19,1
16	756,6	9,7	45,0	746,6	13	744,9	746,8	0,1
16	756,6	9,8	49,6	746,6	13	744,9	746,7	0,2

Tabelle 44 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
17	754,2	9,8	71,7	746,6	13	744,9	742,2	2,7
17	753,9	9,9	73,7	746,7	13	745,0	741,8	3,2
17	753,4	9,9	76,0	746,6	13	744,9	741,3	3,6
17	752,9	9,9	77,9	746,6	13	744,9	741,3	4,1
18	752,3	9,9	79,8	746,6	14	744,8	740,1	4,7
18	751,8	9,9	82,0	746,6	14	744,8	739,6	5,2
18	751,3	9,9	83,0	746,6	14	744,8	739,1	5,7
18	750,5	9,9	85,2	746,6	14	744,8	738,3	6,5

Tabelle 45.

Benzylalkohol II.

Wasserluftpumpe.

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
6	723,8	724,2	102,1	741,8	13	740,1	723,3	16,8
6	722,1	722,3	104,1	741,8	13	740,1	721,6	18,5
6	715,9	716,1	109,6	741,9	13	740,2	715,3	24,9
6	710,3	710,4	113,7	741,9	13	740,2	709,7	30,5
5	721,5	721,6	104,7	742,0	14	740,2	721,0	19,2
5	720,2	720,3	106,0	742,1	14	740,3	719,7	20,6
5	718,6	718,8	107,1	742,1	14	740,3	718,1	22,2
10	721,5	721,7	105,8	742,6	15	740,7	720,4	20,3
10	720,3	720,7	106,7	742,6	15	740,7	719,3	21,4
10	719,8	720,2	107,6	743,0	15	741,1	718,7	22,4
10	719,1	719,5	108,3	743,1	15	741,2	717,9	23,3
10	718,3	718,7	109,0	743,1	15	741,2	717,2	24,0
10	717,3	717,6	109,6	743,1	15	741,2	716,2	25,0
10	716,4	716,8	110,3	743,1	15	741,2	715,3	25,9
10	715,6	716,0	111,0	743,2	16	741,1	714,5	26,6
10	714,5	714,9	112,0	743,2	16	741,1	713,5	27,7
13	706,5	706,8	118,6	745,5	15	743,5	705,1	38,4
13	717,4	717,6	111,9	745,5	15	743,5	715,9	27,6

Tabelle 45 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
13	716,3	716,6	112,5	745,3	15	743,3	714,9	28,4
13	714,9	715,3	113,4	745,3	15	743,3	713,5	29,8
13	713,6	714,0	114,2	745,3	15	743,3	712,2	31,1
13	712,4	712,6	115,1	745,3	15	743,3	710,9	32,4
13	710,5	710,9	116,1	745,2	15	743,2	709,1	34,1
12	708,9	709,3	117,0	745,2	15	743,2	707,6	35,6
12	707,4	707,7	118,0	745,2	15	743,2	706,1	37,1
12	705,8	706,2	118,9	745,3	15	743,3	704,5	38,8
12	704,3	704,6	119,8	745,3	15	743,3	703,0	40,3
12	702,6	703,0	120,7	745,3	15	743,3	701,3	42,0
12	701,0	701,3	121,4	745,2	15	743,2	699,7	43,5
12	699,0	699,4	122,4	745,2	15	743,2	697,7	45,5
12	697,3	697,7	123,3	745,5	15	743,5	696,0	47,5
11	695,6	695,9	124,0	745,5	16	743,5	694,4	49,1
11	694,1	694,4	124,7	745,6	16	743,5	693,0	50,5
11	692,1	692,5	125,4	745,6	16	743,5	691,0	52,5
11	690,2	690,6	126,2	745,7	16	743,6	689,1	54,5
11	688,7	689,1	126,8	745,7	16	743,6	687,6	56,0
10	724,3	724,7	102,2	742,1	15	740,2	723,2	17,0
10	722,7	723,1	104,0	742,0	15	740,1	721,6	18,5
10	720,3	721,7	105,1	741,9	15	740,0	720,3	19,7
10	718,1	719,6	107,0	741,8	15	739,9	718,1	21,8
11	717,4	717,8	108,4	741,7	14	739,9	716,2	23,7
11	716,1	716,5	109,7	741,7	14	739,9	714,9	25,0
11	714,1	714,5	111,3	741,6	14	739,8	712,9	26,9
12	711,8	712,2	112,8	741,3	14	739,5	710,5	29,0
12	709,2	709,5	114,6	741,3	14	739,5	707,9	31,6
12	707,2	707,5	115,6	741,1	14	739,3	705,9	33,4
12	704,4	704,7	117,2	740,7	14	738,9	703,1	35,8
13	702,4	702,6	118,4	740,5	14	738,7	700,8	37,9
14	700,3	700,5	119,2	739,9	15	738,0	698,7	39,3
14	698,8	699,2	120,0	740,2	15	738,3	697,3	41,0
14	697,2	697,4	121,1	740,4	15	738,5	695,6	42,9
14	695,8	696,2	121,9	740,6	15	738,7	694,3	44,4
14	694,0	694,3	122,7	740,7	15	738,8	692,5	46,3

Tabelle 45 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
14	692,3	692,5	123,7	741,1	15	739,2	690,7	48,5
13	691,5	691,7	124,4	742,1	14	740,3	690,0	50,3
13	690,0	690,4	125,1	742,2	14	740,4	688,7	51,7
12	688,7	688,9	125,7	742,4	14	740,6	687,3	53,3
12	686,5	686,8	126,4	742,6	15	740,7	685,3	55,4
12	590,0	590,3	152,4	743,0	15	741,1	589,1	152,1
12	488,7	489,1	167,6	743,0	15	741,1	487,9	253,2
11	341,4	341,6	182,0	743,0	15	741,1	340,8	400,3
11	141,9	142,2	195,4	743,2	15	741,3	141,8	599,5
11	40,3	40,7	201,7	743,3	15	741,4	40,4	701,0
9	646,4	646,7	141,3	747,9	16	745,8	645,6	100,2
9	546,6	546,8	160,5	747,5	16	745,4	545,9	199,5
10	445,0	445,4	172,7	747,0	16	744,9	444,4	300,5
10	245,0	245,2	189,1	746,9	16	744,8	244,8	500,0

Zur Konstruktion der zweiten Kurve wurden die in Tabelle 46 Benzylalkohol II. gegebenen mit Quecksilber- und Wasserluftpumpe erreichten Werte verwendet.

Tabelle 46.

Benzylalkohol II.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,1	44,2	0,4	53,6	1,4	64,0	2,7	71,7
0,1	44,6	0,4	54,0	1,4	64,6	2,8	72,2
0,1	45,0	0,5	56,4	1,6	65,8	2,8	72,9
0,1	46,2	0,8	58,4	1,6	66,6	3,2	73,7
0,1	46,6	0,8	58,6	2,0	67,8	3,3	74,0
0,2	49,6	1,0	61,2	2,0	67,9	3,4	75,2
0,4	53,0	1,1	62,0	2,2	69,2	3,6	75,8
0,4	53,4	1,2	63,7	2,4	70,0	3,6	76,0

Tabelle 46 (Fortsetzung).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
3,7	76,8	12,2	96,2	23,7	108,4	42,0	120,7
4,1	77,3	12,8	97,0	24,0	109,0	42,9	121,1
4,1	77,9	13,0	97,3	24,9	109,6	43,5	121,4
4,3	78,0	13,9	98,6	25,0	109,7	44,4	121,9
4,5	79,0	14,3	99,2	25,9	110,3	45,5	122,4
4,7	79,8	14,8	99,8	26,6	111,0	46,3	122,7
4,9	80,0	15,2	100,2	26,9	111,3	47,5	123,3
5,1	81,2	15,7	100,6	27,6	111,9	48,5	123,7
5,2	82,0	16,1	101,3	27,7	112,0	49,1	124,0
5,5	82,5	16,8	102,1	28,4	112,5	50,3	124,4
5,6	83,0	17,0	102,2	29,0	112,8	50,5	124,7
5,7	83,0	17,1	102,3	29,8	113,4	51,7	125,1
6,0	84,1	17,8	102,8	30,5	113,7	52,5	125,4
6,4	85,2	18,3	103,7	31,1	114,2	53,3	125,7
6,5	85,2	18,5	104,0	31,6	114,6	54,5	126,2
6,8	86,2	18,5	104,1	32,4	115,1	55,4	126,4
7,2	87,0	19,1	104,5	33,4	115,6	56,0	126,8
7,8	88,3	19,2	104,7	34,1	116,1	100,2	141,3
8,1	89,2	19,7	105,1	35,6	117,0	152,1	152,4
8,2	89,0	19,7	105,3	35,8	117,2	199,5	160,5
8,6	90,2	20,3	105,8	37,1	118,0	253,2	167,6
9,0	90,6	20,6	106,0	37,9	118,4	300,5	172,7
9,7	91,9	21,4	106,7	38,4	118,6	400,3	182,0
10,2	92,9	21,8	107,0	38,8	118,9	500,0	189,1
10,6	93,3	22,2	107,1	39,3	119,2	599,5	195,4
11,1	94,5	22,4	107,6	40,3	119,8	701,0	201,7
11,4	94,7	23,3	108,3	41,0	120,0	741,4	204,0
11,9	95,7						

Zu unserer Überraschung zeigte die Kurve vollkommen den gleichen Charakter, der uns veranlasst hatte, nach Konstruktion der ersten die Bestimmungen von Neuem vorzunehmen. Die aus derselben abgelesenen Werte der Dampfspannkraft für Benzylalkohol II. folgen in Tabelle 47.

Tabelle 47.

Dampfspannkraft des Benzylalkohol II, nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,5	55,2	15	99,9	34	116,1	53	125,6
1,0	60,9	16	101,1	35	116,7	54	126,0
1,5	64,8	17	102,2	36	117,3	55	126,4
2,0	67,8	18	103,3	37	117,9	75	133,9
2,5	70,5	19	104,3	38	118,5	100	141,3
3,0	72,9	20	105,3	39	119,1	150	152,1
3,5	75,1	21	106,3	40	119,6	200	160,8
4,0	77,2	22	107,2	41	120,2	250	167,1
4,5	79,1	23	108,1	42	120,7	300	172,6
5,0	80,8	24	108,9	43	121,2	350	177,7
6	83,9	25	109,7	44	121,7	400	182,0
7	86,5	26	110,5	45	122,2	450	185,8
8	88,8	27	111,3	46	122,6	500	189,0
9	90,7	28	112,0	47	123,1	550	192,6
10	92,6	29	112,7	48	123,5	600	195,6
11	94,2	30	113,4	49	123,9	650	198,9
12	95,8	31	114,1	50	124,4	700	201,7
13	97,5	32	114,8	51	124,8	750	204,7
14	98,8	33	115,4	52	125,2	760	205,0

Nunmehr wurden die aus den beiden verschiedenen Kurven, die sich aus zwei besonderen Beobachtungsreihen ableiteten, abgelesenen Grössen mit einander verglichen. Das Resultat dieses Vergleiches zeigt Tabelle 48.

Tabelle 48.

Dampfspannkraft des Benzylalkohol I und II, nach mm. geordnet.

Druck	I. Beobachtg. Temp.	II. Beobachtg. Temp.	Druck	I. Beobachtg. Temp.	II. Beobachtg. Temp.
mm.	° C.	° C.	mm.	° C.	° C.
0,5	57,5	55,2	28	112,0	112,0
1,0	62,0	60,9	29	112,7	112,7
1,5	65,7	64,8	30	113,4	113,4
2,0	68,5	67,8	31	114,0	114,1
2,5	71,1	70,5	32	114,7	114,8
3,0	73,2	72,9	33	115,3	115,4
3,5	75,3	75,1	34	115,9	116,1
4,0	77,3	77,2	35	116,6	116,7
4,5	79,2	79,1	36	117,2	117,3
5,0	80,9	80,8	37	117,8	117,9
6	84,0	83,9	38	118,4	118,5
7	86,8	86,5	39	119,0	119,1
8	89,2	88,8	40	119,6	119,6
9	91,2	90,7	41	120,1	120,2
10	93,0	92,6	42	120,6	120,7
11	94,6	94,2	43	121,2	121,2
12	96,1	95,8	44	121,7	121,7
13	97,5	97,3	45	122,2	122,2
14	98,8	98,7	46	122,6	122,6
15	100,0	99,9	47	123,1	123,1
16	101,2	101,1	48	123,5	123,5
17	102,3	102,2	49	123,9	123,9
18	103,5	103,3	50	124,4	124,4
19	104,5	104,3	51	124,8	124,8
20	105,5	105,3	52	125,2	125,2
21	106,4	106,3	53	125,6	125,6
22	107,3	107,2	54	126,0	126,0
23	108,1	108,1	55	126,4	126,4
24	109,0	108,9	75	133,9	133,9
25	109,7	109,7	100	141,2	141,3
26	110,5	110,5	150	152,2	152,1
27	111,2	111,3	200	160,7	160,8

Tabelle 48 (Fortsetzung).

Druck	I. Beobachtg. Temp.	II. Beobachtg. Temp.	Druck	I. Beobachtg. Temp.	II. Beobachtg. Temp.
mm.	° C.	° C.	mm.	° C.	° C.
250	167,2	167,1	550	192,4	192,6
300	172,7	172,6	600	195,6	195,6
350	177,6	177,7	650	199,1	198,9
400	182,0	182,0	700	201,8	201,7
450	185,7	185,7	750	204,8	204,7
500	189,0	189,0	760	205,1	205,0

Sehen wir von den allertiefsten Drucken, unter 3 mm. ab, bei welchen ja stets die Bestimmungen unsicher werden müssen, so zeigen die beiden Kurven eine ganz ausgezeichnete Übereinstimmung. Auch die Differenzen mit 1,1 ° C. z. B. bei 1 mm. Druck sind so geringe, da von 1—0,5 mm. der Siedepunkt für jeden 0,1 mm. fast um 1 ° C. fällt, dass sie durchaus innerhalb der Grenzen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler liegen. Für höhere Drucke verschwinden die Differenzen so gut wie vollständig.

Dieses ausserordentlich gute Übereinstimmen ist uns, da es völlig ungesucht, ein durchschlagender Beweis für den Wert unserer Beobachtungs- und Interpolationsmethode. Gerade aus der Übereinstimmung dieser beiden Kurven ist ersichtlich, dass die Beobachtungen den Zeichnenden zwingen wider seinen eigenen Willen der Kurve eine Richtung zu geben, die ihm, wie wir das oben ausdrückten, „unsicher und gesucht," erscheint. Die Ausführung der Kurve ist also in diesem Falle einzig von der Beobachtung abhängig, während bei der mathematischen Methode die Bewegung allein von der gewählten Formel abhängt. Dass zwei Beobachtungsreihen genau die gleiche Kurve zeitigten, ist aber ein weiterer Beweis für die Genauigkeit auch der gewählten Beobachtungsmethode, somit darf also thatsäch-

lich das ausserordentlich gute Übereinstimmen beider Kurven „ein durchschlagender Beweis für den Wert unserer Methoden“ genannt werden.

Zum Schluss folgt in Tabelle 49 die Reihe der abgelesenen Kochpunkte des Benzylalkohols. —

Tabelle 49.

Kochpunkte des Benzylalkohol nach ° C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.
45	0,1	82	5,3	99	14,2	116	33,9
50	0,2	83	5,7	100	15,0	117	35,5
55	0,5	84	6,0	101	15,9	118	37,7
60	0,9	85	6,4	102	16,8	119	38,9
65	1,5	86	6,8	103	17,7	120	40,7
70	2,4	87	7,2	104	18,7	121	42,6
71	2,6	88	7,6	105	19,7	122	44,6
72	2,8	89	8,1	106	20,7	123	46,8
73	3,0	90	8,6	107	21,8	124	49,1
74	3,2	91	9,1	108	22,9	125	51,5
75	3,5	92	9,7	109	24,1	130	64,1
76	3,7	93	10,3	110	25,3	140	95,2
77	4,0	94	10,9	111	26,4	150	138,5
78	4,2	95	11,5	112	28,0	160	195,4
79	4,5	96	12,1	113	29,4	170	275,5
80	4,8	97	12,8	114	30,8	180	377,5
81	5,0	98	13,5	115	32,3	190	511,2
						200	671,5

Anderweitige Bestimmungen für Benzylalkohol liegen nicht vor.

Nitrobenzol. $C_6H_5—NO_2$.

Die ganze Masse des von C. A. F. Kahlbaum bezogenen Nitrobenzols gieng, als Kriterium der Reinheit sei es angeführt, innerhalb 0,5 ° C. über. Zum Zweck der Bestimmungen wurden daraus 115 cc. fraktionirt, die nun innerhalb 0,2 ° C. übergiengen und für die Festlegung des Siedepunktes Folgendes ergaben.

Beim Druck von 738,0 mm. korr. giengen über

15	cc.	bei	207,4 ° C.
40	„	„	207,5 „
65	„	„	207,5 „
90	„	„	207,5 „
110	„	„	207,6 „

Um aus diesen Beobachtungen den Siedepunkt beim Normaldruck zu berechnen, musste nach Kahlbaum demselben noch 0,8 ° C. hinzugefügt werden. Ganz dasselbe Resultat ergibt sich auch aus der Kurve, so dass die Kahlbaum'sche Tabelle für das Nitrobenzol wieder volle Geltung gewinnt. Nach Ausführung der ganzen Bestimmungsreihen zeigte sich der Siedepunkt wiederum nur um 0,1 ° C. erhöht, so dass dazu ein Nitrobenzol vom $Sdp.\ \begin{matrix}0\ ^\circ\text{C.}\\760\text{ mm.}\end{matrix} = 208{,}3\ ^\circ$ C. in Anwendung kam.

Als Angaben älterer Autoren haben wir anzuführen:

Städeler[1])	206,1 ° C.
Brühl[2])	209,9 „
Kahlbaum[3])	205,0 „

In Tabelle 50 und 51 folgen zuerst wieder die Originalbeobachtungen.

---

[1]) Zürich, Vierteljahrsschrift, Bd. 10, 1865, pag. 195. —
[2]) Liebig Annal., Bd. 200, 1880, pag. 188. —
[3]) „Siedetemperatur und Druck," pag. 88. —

Tabelle 50.

Nitrobenzol.

Quecksilberluftpumpe.

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
24	750,0	8,0	42,3	742,1	23	739,2	738,9	0,3
24	750,0	8,0	42,7	742,1	23	739,2	739,9	0,3
25	749,9	8,1	48,3	742,1	23	739,2	738,6	0,6
25	749,9	8,1	47,9	742,1	23	739,3	738,6	0,6
25	749,8	8,4	52,7	742,0	23	739,1	738,2	0,9
25	749,3	8,4	53,9	741,9	24	738,8	737,7	1,1
25	746,3	8,4	69,4	741,9	24	738,8	734,7	4,1
25	746,0	8,4	71,5	741,9	24	738,8	734,4	4,4
24	749,3	8,0	55,7	742,1	23	739,2	738,2	1,0
24	749,6	8,2	53,3	742,1	23	739,2	738,3	0,9
24	749,5	8,2	54,0	742,1	23	739,2	738,2	1,0
24	749,2	8,2	54,5	742,1	23	739,2	737,9	1,3
25	749,1	8,2	55,4	742,1	23	739,2	737,7	1,5
25	749,0	8,2	57,1	742,2	23	739,3	737,6	1,7
25	748,7	8,2	59,7	742,1	23	739,2	737,3	1,9
25	748,6	8,2	59,9	742,1	23	739,2	737,2	2,0
25	748,3	8,3	60,5	742,1	23	739,2	736,8	2,4
25	748,1	8,5	61,9	742,1	23	739,2	736,4	2,8
22	751,0	8,0	59,9	744,9	21	742,2	740,2	2,0
22	751,3	8,0	58,3	744,9	21	742,2	740,5	1,7
23	751,7	8,0	55,9	744,9	21	742,2	740,8	1,4
23	751,8	8,0	53,5	744,7	21	742,0	740,9	1,1
23	752,0	8,0	52,5	744,7	21	742,0	741,1	0,9
23	752,0	8,0	51,9	744,6	21	741,9	741,1	0,8
24	752,0	8,0	50,7	744,4	22	741,6	740,9	0,7
24	752,1	8,0	49,5	744,4	22	741,6	741,0	0,6
24	752,1	8,0	49,1	744,4	22	741,6	741,0	0,6
24	751,6	8,0	54,1	744,4	22	741,6	740,5	1,1
25	751,2	8,0	56,3	744,4	22	741,6	740,0	1,6
25	750,9	8,0	59,7	744,4	22	741,6	739,7	1,9
25	750,3	8,0	61,5	744,3	22	741,5	739,1	2,4
25	748,8	8,0	64,1	743,2	23	740,3	737,6	2,7

Tabelle 50 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
25	748,8	8,0	63,5	743,2	23	740,3	737,6	2,7
25	748,3	8,0	66,1	743,2	23	740,3	737,1	3,2
25	747,8	8,0	68,5	743,2	23	740,3	736,6	3,7
25	747,3	8,0	70,7	743,2	23	740,3	736,1	4,2
25	747,0	8,0	71,9	743,2	23	740,3	735,8	4,5
25	746,6	8,0	73,0	743,2	23	740,3	735,4	4,9
25	746,1	8,0	74,5	743,2	23	740,3	734,9	5,4
25	745,6	8,0	76,3	743,2	23	740,3	734,4	5,9
26	745,0	8,0	77,4	743,1	23	740,0	733,7	6,3
26	744,6	8,1	78,7	743,2	24	740,1	733,2	6,9
26	744,0	8,1	79,9	743,2	24	740,1	732,6	7,5
26	743,5	8,1	81,5	743,2	24	740,1	732,1	8,0
26	742,9	8,2	82,7	743,2	24	740,1	731,4	8,7
26	742,3	8,2	83,9	743,1	24	740,0	730,8	9,2
26	741,7	8,2	85,1	743,1	24	740,0	730,2	9,8
26	740,9	8,3	86,8	743,1	24	740,0	729,3	10,7
26	740,1	8,3	87,9	743,1	24	740,0	728,5	11,5
26	739,5	8,4	89,2	743,1	24	740,0	727,8	12,2
26	738,9	8,4	90,4	743,1	24	740,0	727,2	12,8
26	738,0	8,4	91,7	743,1	24	740,0	726,3	13,7
26	737,2	8,4	92,7	743,1	24	740,0	725,5	14,5
24	749,7	7,9	40,3	741,7	22	738,9	738,7	0,2
24	749,6	7,9	43,5	741,7	22	738,9	738,6	0,3
24	749,4	7,9	45,9	741,7	22	738,9	738,4	0,5
24	749,2	7,9	49,5	741,7	22	738,9	738,2	0,7
24	749,0	7,9	52,1	741,7	22	738,9	738,0	0,9
25	748,3	8,0	57,3	741,6	23	738,7	737,1	1,6
25	747,8	8,0	60,3	741,6	23	738,7	736,6	2,1
25	747,8	8,0	59,9	741,6	23	738,7	736,6	2,1
25	747,1	8,0	63,1	741,6	23	738,7	735,9	2,8
25	746,6	8,0	65,9	741,5	23	738,6	735,4	3,2
25	746,0	8,0	68,4	741,5	23	738,6	734,8	3,8
25	745,6	8,1	70,5	741,5	23	738,6	734,3	4,3
25	745,0	8,2	72,3	741,5	23	738,6	733,6	5,0
25	744,8	8,2	73,3	741,5	23	738,6	733,4	5,2

Tabelle 50 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
25	744,1	8,2	74,9	741,5	23	738,6	732,7	5,9
25	743,7	8,2	77,1	741,5	23	738,6	732,3	6,3
25	743,0	8,3	78,3	741,5	24	738,4	731,5	6,9
25	742,4	8,3	79,8	741,5	24	738,4	730,9	7,5
26	741,4	8,2	80,1	740,7	25	737,5	729,9	7,6
26	741,0	8,2	81,5	740,7	25	737,5	729,5	8,0
26	740,4	8,2	82,9	740,7	25	737,5	728,9	8,6
26	739,9	8,2	83,9	740,7	25	737,5	728,4	9,1
26	739,1	8,2	85,1	740,7	25	737,5	727,6	9,9
26	738,7	8,2	86,1	740,7	25	737,5	727,2	10,3
26	738,0	8,3	87,1	740,6	25	737,4	726,4	11,0
26	737,2	8,3	88,4	740,6	25	737,4	725,6	11,8
26	736,3	8,3	90,1	740,6	25	737,4	724,7	12,7
26	735,6	8,3	91,3	740,6	25	737,4	724,0	13,4
27	734,8	8,3	92,3	740,6	25	737,4	723,1	14,3
27	734,0	8,3	93,6	740,6	25	737,4	722,3	15,1
27	733,0	8,4	94,7	740,6	25	737,4	721,2	16,2
27	732,0	8,4	95,9	740,6	25	737,4	720,2	17,2
27	731,1	8,4	96,9	740,6	25	737,4	719,3	18,1
27	730,3	8,4	97,9	740,6	25	737,4	718,5	18,9
27	729,6	8,5	98,8	740,6	25	737,4	717,7	19,7
27	728,0	8,5	100,7	740,5	25	737,3	716,1	21,2
27	725,8	8,5	102,7	740,5	25	737,3	713,9	23,4
27	724,0	8,5	104,3	740,5	25	737,3	712,1	25,2

Tabelle 51.

Nitrobenzol.

Wasserluftpumpe.

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
25	724,1	724,3	90,4	737,3	24	734,2	721,1	13,1
25	723,9	724,1	90,7	737,3	24	734,2	720,9	13,3
25	722,9	723,0	92,3	737,3	24	734,2	719,9	14,3
25	722,1	722,3	93,2	737,3	24	734,2	719,1	15,1
25	721,4	721,6	93,8	737,3	24	734,2	718,4	15,8
25	721,0	721,2	94,7	737,3	24	734,2	718,0	16,2
25	719,2	719,4	96,1	737,3	24	734,2	716,2	18,0
25	718,1	718,3	97,3	737,3	24	734,2	715,1	19,1
25	716,8	717,0	99,1	737,3	24	734,2	713,8	20,4
25	715,9	716,1	100,3	737,3	24	734,2	712,9	21,3
25	714,5	714,7	101,4	737,3	24	734,2	711,5	22,7
25	713,3	713,5	102,7	737,3	24	734,2	710,3	23,9
25	712,1	712,3	103,7	737,3	24	734,2	709,1	25,1
25	710,9	711,1	105,0	737,3	24	734,2	707,9	26,3
25	709,7	709,9	106,1	737,3	24	734,2	706,7	27,5
25	708,4	708,6	106,9	737,2	24	734,1	705,4	28,7
25	707,1	707,4	107,9	737,2	24	734,1	704,2	29,9
25	706,0	706,3	108,8	737,1	24	734,0	703,1	30,9
25	704,9	705,2	109,7	737,1	24	734,0	702,0	32,0
25	703,9	704,1	110,5	737,1	24	734,0	701,0	33,0
26	702,9	703,1	111,2	737,1	24	734,0	700,0	34,0
26	701,6	701,8	112,0	737,0	24	733,9	698,7	35,2
25	700,5	700,7	112,6	737,0	24	733,9	697,6	36,3
25	699,5	699,7	113,2	737,0	24	733,9	696,6	37,3
25	698,4	698,6	113,9	737,0	24	733,9	695,5	38,4
25	697,3	697,5	114,5	737,0	24	733,9	694,4	39,5
25	696,3	696,5	115,1	737,0	24	733,9	693,4	40,5
25	695,3	695,5	115,7	736,9	24	733,8	692,4	41,4
25	694,2	694,5	116,3	736,9	24	733,8	691,4	42,4
25	693,1	693,3	117,0	736,9	24	733,8	690,2	43,6
25	691,8	692,1	117,8	736,9	24	733,8	689,0	44,8
25	690,5	690,8	118,4	736,9	24	733,8	687,7	46,1

Tabelle 51 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
25	689,2	689,4	118,9	737,0	24	733,9	686,3	47,6
25	688,3	688,4	119,5	737,1	24	734,0	685,4	48,6
25	686,3	686,3	121,1	737,3	24	734,2	683,3	50,9
24	725,6	725,8	90,1	738,8	23	735,9	722,7	13,2
24	725,0	725,2	91,1	738,8	23	735,9	722,1	13,8
24	723,4	723,6	93,3	738,8	23	735,9	720,5	15,4
24	722,3	722,5	94,9	738,9	23	736,0	719,4	16,6
24	720,9	721,1	96,6	738,9	23	736,0	718,1	17,9
24	719,1	719,3	98,7	738,9	23	736,0	716,2	19,8
24	716,9	717,1	101,1	738,9	23	736,0	714,0	22,0
24	714,9	715,1	102,8	738,9	23	736,0	712,0	24,0
24	712,0	712,2	105,5	738,9	23	736,0	709,1	26,9
24	708,8	709,0	108,1	738,9	23	736,0	705,9	30,1
25	706,3	706,5	109,9	739,0	23	736,1	703,3	32,8
25	703,2	703,4	112,3	739,0	23	736,1	700,3	35,8
25	700,2	700,4	114,1	739,1	23	736,2	697,3	38,9
25	698,2	698,4	115,2	739,1	23	736,2	695,3	40,9
25	696,2	696,4	116,5	739,1	23	736,2	693,3	42,9
25	694,0	694,2	117,9	739,1	24	736,0	691,1	44,9
25	692,1	692,3	118,9	739,1	24	736,0	689,2	46,8
26	690,1	690,3	119,6	739,1	24	736,0	687,1	48,9
26	689,6	689,2	120,3	739,1	24	736,0	686,0	50,0
26	629,0	629,0	142,1	739,1	24	736,0	626,2	109,8
27	636,1	636,3	140,5	738.4	25	735,2	633,2	102,0
26	587,6	587,8	152,0	738,7	25	735,5	585,0	150,5
26	536,8	536,9	160,3	738,7	25	735,5	534,5	201,0
26	487,0	487,2	166,5	738,8	25	735,6	484,8	250,8
26	438,0	438,3	172,5	738,8	25	735,6	436,2	299,4
26	336,6	336,8	184,6	739,0	25	735,8	335,2	400,6
24	236,3	236,6	192,3	742,1	23	739,2	235,5	503,7
25	137,5	137,7	197,9	742,0	23	739,1	137,0	602,1
26	43,3	43,6	202,9	741,9	24	738,8	43,3	695,5
23	639,5	640,0	140,4	742,1	23	739,2	637,2	102,0
24	537,9	538,0	160,9	742,1	23	739,2	536,8	202,4
22	242,8	243,2	192,3	744,9	21	742,2	242,1	500,1

Es soll an dieser Stelle zu bemerken nicht unterlassen werden, dass die Bestimmungen am Nitrobenzol die ersten waren, die von uns überhaupt angestellt worden sind. Das mag dann auch erklären, warum die Beobachtungen und nicht zum mindesten die bei höheren Drucken eine grössere Unsicherheit zeigen, als bei den anderen Stoffen. Ist es doch nur natürlich, dass mit wiederholtem Beobachten die Sicherheit gewinnt. Die schon veröffentlichten[1]), in Gemeinschaft mit Herrn Prof. Kahlbaum und Herrn C. Ochs früher ausgeführten Messungen an der Isovaleriansäure, die zudem nur bis auf 50 mm. Druck ausgedehnt wurden, dürfen als selbständige doch kaum bezeichnet werden.

Nach der Höhe des Druckes geordnet sind in Tabelle 52 die beobachteten Punkte verzeichnet, wie dieselben zur Ausführung der Kurve benützt wurden.

Tabelle 52.

Nitrobenzol.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,2	40,3	0,8	51,9	1,4	55,9	2,1	60,3
0,3	42,3	0,9	52,1	1 5	55,4	2,4	60,5
0,3	42,7	0,9	52,5	1,6	56,3	2,4	61,5
0,3	43,5	0,9	52,7	1,6	57,3	2,7	63,5
0,5	45,9	0,9	53,3	1,7	57,1	2,7	64,1
0,6	47,9	1,0	54,0	1,7	58,3	2,8	61,9
0,6	48,3	1,0	55,7	1,9	59,7	2,8	63,1
0,6	49,1	1,1	53,5	1,9	59,7	3,2	65,9
0,6	49,5	1,1	53,9	2,0	59,9	3,2	66,1
0,7	49,5	1,1	54,1	2,0	59,9	3,7	68,5
0,7	50,7	1,3	54,5	2,1	59,9	3,8	68,4

[1]) Kahlbaum, „Studien über Dampfspannkraftsmessungen“. Basel, Schwabe, 1893, pag. 244. —

Tabelle 52 (Fortsetzung).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
4,2	70,7	11,8	88,4	21,2	100,7	40,9	115,2
4,3	70,5	12,2	89,2	21,3	100,3	41,4	115,7
4,4	71,5	12,7	90,1	22,0	101,1	42,4	116,3
4,5	71,9	12,8	90,4	22,7	101,4	42,9	116,5
4,9	73,0	13,1	90,4	23,4	102,7	43,6	117,0
5,0	72,3	13,2	90,1	23,9	102,7	44,8	117,8
5,2	73,3	13,3	90,7	24,0	102,8	44,9	117,9
5,4	74,5	13,4	91,3	25,1	103,7	46,1	118,4
5,9	74,9	13,7	91,7	25,2	104,3	46,8	118,9
5,9	76,3	13,8	91,1	26,3	105,0	47,6	118,9
6,3	77,1	14,3	92,3	26,9	105,5	48,6	119,5
6,3	77,4	14,3	92,3	27,5	106,1	48,9	119,6
6,9	78,3	14,5	92,7	28,7	106,9	50,0	120,3
6,9	78,7	15,1	93,6	29,9	107,9	50,9	121,1
7,5	79,8	15,1	93,2	30,1	108,1	109,8	142,1
7,5	79,9	15,4	93,3	30,9	108,9	102,0	140,5
7,6	80,1	15,8	93,8	32,0	109,7	102,0	140,4
8,0	81,5	16,2	94,7	32,8	109,9	150,5	142,0
8,0	81,5	16,2	94,7	33,0	110,5	201,0	160,3
8,6	82,9	16,6	94,9	34,0	111,2	202,4	160,9
8,7	82,7	17,2	95,9	35,2	112,0	250,8	166,5
9,1	83,9	17,9	96,6	35,8	112,3	299,4	172,5
9,2	83,9	18,0	96,1	36,3	112,6	400,6	184,6
9,8	85,1	18,1	96,9	37,3	113,2	500,1	192,3
9,9	85,1	18,9	97,9	38,4	113,9	503,7	192,3
10,3	86,1	19,1	97,3	38,9	114,1	602,1	197,9
10,7	86,8	19,7	98,8	39,5	114,5	695,5	202,9
11,0	87,1	19,8	98,7	40,5	115,1	741,1	207,7
11,5	87,9	20,4	99,1				

Die Tabellen 53 und 54 zeigen die aus der Kurve abgelesenen Dampfspannkräfte und Kochpunkte des Nitrobenzols.

Tabelle 53.

Dampfspannkraft des Nitrobenzol, nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
0,5	47,2	14	91,8	32	109,7	50	120,2
1	53,1	15	93,1	33	110,4	75	131,1
1,5	56,9	16	94,4	34	111,1	100	139,9
2	59,8	17	95,7	35	111,8	150	152,0
2.5	62,5	18	96,9	36	112,5	200	160,5
3	64,9	19	98,0	37	113,1	250	168,0
3,5	67,1	20	99,1	38	113,7	300	174,5
4	69,2	21	100,1	39	114,3	350	180,6
4,5	71,1	22	101,1	40	114,9	400	184,5
5	72,9	23	102,1	41	115,5	450	189,0
6	76,1	24	103,0	42	116,0	500	192,5
7	79,1	25	103,9	43	116,6	550	196,0
8	81,5	26	104,8	44	117,1	600	199,5
9	83,5	27	105,7	45	117,6	650	202,0
10	85,4	28	106,5	46	118,2	700	205,0
11	87,2	29	107,4	47	118,7	750	208,0
12	88,8	30	108,2	48	119,2	760	208,3
13	90,3	31	108,9	49	119,7		

Tabelle 54.

Kochpunkte des Nitrobenzol, nach ° C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.
40	0,2	77	6,3	94	15,7	111	33,9
45	0,4	78	6,6	95	16,4	112	35,3
50	0,7	79	7,0	96	17,3	113	36,7
55	1,2	80	7,4	97	18,1	114	38,5
60	2,0	81	7,8	98	19,0	115	40,2
65	3,0	82	8,2	99	20,0	116	42,0
66	3,2	83	8,7	100	20,9	117	43,8
67	3,5	84	9,2	101	21,9	118	45,7
68	3,7	85	9,8	102	22,9	119	47,6
69	4,0	86	10,3	103	24,0	120	49,5
70	4,2	87	10,9	104	25,1	130	72,0
71	4,5	88	11,5	105	26,2	140	100,0
72	4,7	89	12,1	106	27,3	150	139,6
73	5,0	90	12,8	107	28,5	160	197,0
74	5,3	91	13,5	108	29,8	170	265,0
75	5,6	92	14,3	109	31,1	180	353,0
76	6,0	93	14,9	110	32,5	190	465,0
						200	610,0

Wiederum liegen auch für das Nitrobenzol ältere Messungen nur von Kahlbaum[1]) vor. Derselbe fand bei 7,5 mm. 83,5 ° C., v. W. 80,3 °; bei 10 mm. 87,0 °, v. W. 85,4 °; bei 12,5 mm. 90,0 °, v. W. 89,6 °; bei 15 mm. 92,9 °, v. W. 93,1 °; bei 17,5 mm. 95,5 °, v. W. 96,3 °; bei 20 mm. 98,1 °, v. W. 99,1 °; bei 22,5 mm. 100,3 °, v. W. 101,6 °. — Wenn wir in Betracht ziehen, dass der Siedepunkt des von Kahlbaum zur Bestimmung benutzten Nitrobenzols um 3,3 ° C. von dem unsrigen abwich, und weiter bedenken, dass K. nur Näherungswerte festlegen wollte, so dürfen wir die Übereinstimmung als eine genügende bezeichnen.

[1]) Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 18, 1885, pag. 2107. —

Benzoësäure. C_6H_5—COOH.

Wie alle früher besprochenen Stoffe wurde auch die Benzoësäure von C. A. F. Kahlbaum in Berlin bezogen. Das sehr schöne und reine, in glänzenden, weissen, breiten Nadeln krystallisirte Präparat zeigte einen sehr konstanten Siedepunkt. Beim Druck 751,5 mm. giengen von 50 cc. der geschmolzenen Säure als Vorlauf ± 5 cc. bei 248,6 ° C. über, die besonders aufgefangen wurden,

15 cc. bei 248,7 ° C.
25 „ „ 248,7 „
35 „ „ 248,7 „
45 „ „ 248,8 „

Nach Ausführung der Bestimmungen war der Siedepunkt um 0,1 ° C. gesunken. Nach Massgabe der Kahlbaum'schen[1]) Tabelle würde den Beobachtungen bei 751,5 mm. 0,31 ° C. und bei 742,4 mm. 0,65 ° C. zuzufügen sein, um zu dem dem Normaldruck entsprechenden Siedepunkt zu gelangen. Demnach wäre der Sdp. gefunden zu 249,01 ° C. und 248,85 ° C. Aus der Kurve wurde für den gleichen Druck abgelesen 249,0 ° C., woraus also erhellt, dass die Kahlbaum'sche Berechnungsmethode bei der Benzoësäure wieder vollkommen genügende Resultate ergibt.

Angewendet wurde also Benzoësäure vom $Sdp.\ ^{0\ °\ C.}_{760\ mm.} = 249{,}0\ °$ C., als Schmelzpunkt der Säure wurde bestimmt 121,4 ° C. vor und 121,5 ° C. nach Ausführung der Bestimmungen. Aus dem Zusammenrücken der Fixpunkte geht hervor, dass durch die vorgenommenen Versuche die Säure an Integrität nichts eingebüsst hatte.

An älteren Bestimmungen liegen für Schmelz- und Siedepunkt vor Angaben von

---

[1]) Vergl. Anmerkg. pag. 73. —

		Smp.	Sdp.
Kopp[1])	bei	121,4 ° C.	249,9 ° C.
Kachler[2])	„	123,3 „	—
Carnelley & Williams[3])	„	121 „	249 „

Wegen des hohen Schmelzpunktes war das Ausführen der Bestimmungen an der Benzoësäure mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft. Es gelang nicht in dem eigentlichen Destillirapparate Beobachtungen vorzunehmen. Da bei dem Druck 6,2 mm. Siedepunkt und Schmelzpunkt mit 121,4 ° C. zusammenfallen, wurde für noch niedere Drucke die Säure überhitzt, im Moment des Schmelzens fand dann so heftige Dampfentwicklung statt, dass der Apparat mehrmals zertrümmert wurde. Wir sahen uns also genötigt, nur am Rückflusskühler zu arbeiten. Um aber die Beobachtungen soweit als möglich, d. h. noch über die Wirkungsgrenze der Wasserpumpe auszudehnen, wurde in diesem Falle dem zweiten Apparat auch die Quecksilberluftpumpe vorgelegt.

Das Zusammenfallen von Schmelzpunkt und Siedetemperatur und das Sublimiren der Säure beeinträchtigte natürlich auch die Genauigkeit der Ablesungen bei niederen Drucken.

Da nur in einem Apparate gearbeitet wurde, haben wir in der folgenden Tabelle 55, die die Original-Beobachtungen aufführt, von einer Trennung der an den verschiedenen Pumpen gemachten Beobachtungen abgesehen.

---

[1]) Liebig Annal., Bd. 94, 1855, pag. 303. —
[2]) Deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 2, 1869, pag. 515. —
[3]) Chem. Soc. Journ., Vol. 33, 1878, pag. 282. —

Tabelle 55.

Benzoësäure.

Quecksilber- und Wasserluftpumpe.

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
18	729,5	729,5	136,9	742,2	18	739,9	727,2	12,7
18	727,5	727,5	140,1	742,2	18	739,9	725,2	14,7
20	721,9	722,1	146,9	742,1	18	739,8	719,5	20,3
20	720,8	721,0	147,9	742,1	18	739,8	718,4	21,4
20	723,9	724,1	144,5	742,0	18	739,7	721,5	18,2
20	727,1	727,2	140,6	742,0	18	739,7	724,7	15,0
21	727,6	727,8	140,3	742,0	18	739,7	725,0	14,8
21	726,6	726,8	141,3	742,1	19	739,7	724,0	15,7
21	725,7	725,9	142,5	742,1	19	739,7	723,0	16,7
23	724,5	724,6	143,1	741,3	20	738,7	721,7	17,0
23	721,7	721,9	146,3	741,2	20	738,6	718,9	19,7
23	720,5	720,6	147,5	741,2	21	738,5	717,7	20,8
23	721,5	721,5	146,5	741,2	21	738,5	718,6	19,9
23	722,3	722,5	145,6	741,3	21	738,6	719,5	19,1
23	722,8	723,1	144,6	741,2	21	738,5	720,1	18,4
23	723,5	723,5	144,0	741,1	21	738,4	720,6	17,8
23	725,8	725,9	141,2	741,2	21	738,5	723,0	15,5
23	727,7	727,8	138,7	741,2	21	738,5	724,9	13,6
23	728,8	728,9	136,9	741,2	21	738,5	726,0	12,5
23	729,5	729,5	136,0	741,2	21	738,5	726,6	11,9
23	730,6	730,7	134,9	741,7	21	739,1	727,8	11,3
23	731,5	731,5	133,6	741,8	21	739,2	728,6	10,6
23	732,4	732,4	132,4	741,8	21	739,2	729,5	9,7
20	733,8	733,8	132,5	743,3	17	741,1	731,3	9,8
20	735,0	735,0	129,1	743,2	17	741,0	732,5	8,5
20	735,5	735,5	128,2	743,2	17	741,0	732,9	8,1
20	736,4	736,4	125,5	743,1	17	740,9	733,9	7,0
20	736,9	736,9	123,4	743,0	17	740,8	734,3	6,5
20	737,2	737,2	121,4	743,0	17	740,8	734,6	6,2
26	715,5	715,9	155,2	745,2	25	742,0	712,5	29,5
27	714,2	714,7	156,0	745,2	25	742,0	711,2	30,8
27	712,6	713,0	157,1	745,2	25	742,0	709,5	32,5

Tabelle 55 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
27	711,4	711,8	157,8	745,2	25	742,0	708,3	33,7
27	710,3	710,8	158,7	745,2	25	742,0	707,3	34,7
27	709,3	709,8	159,4	745,2	25	742,0	706,3	35,7
29	708,0	708,1	159,6	744,3	28	740,7	704,6	36,1
29	706,7	706,8	160,5	744,3	28	740,7	703,3	37,4
29	705,2	705,6	161,3	744,3	28	740,7	701,9	38,8
29	704,3	704,5	161,9	744,3	28	740,7	700,9	39,8
27	728,4	728,6	140,9	743,7	26	740,4	725,1	15,3
27	727,2	727,5	142,5	743,7	26	740,4	724,0	16,4
27	726,2	726,7	143,6	743,7	26	740,4	723,1	17,3
27	725,6	725,9	144,1	743,7	26	740,4	722,4	18,0
27	724,0	724,3	146,2	743,8	26	740,5	720,8	19,7
27	722,4	722,8	148,0	743,9	26	740,6	719,2	21,4
27	721,0	721,5	149,2	743,9	26	740,6	717,9	22,7
27	719,3	719,7	150,8	743,9	26	740,6	716,1	24,5
27	717,2	717,5	152,6	743,9	26	740,6	714,0	26,6
27	715,5	715,9	154,0	743,9	26	740,6	712,3	28,3
27	712,5	712,9	156,4	743,9	26	740,6	709,4	31,2
28	709,6	710,0	158,3	743,8	26	740,5	706,4	34,1
28	708,0	708,2	159,3	743,7	26	740,4	704,7	35,7
28	705,2	705,5	160,9	743,7	26	740,4	702,0	38,4
28	703,8	704,2	161,9	743,7	26	740,4	700,6	39,8
28	702,5	702,9	162,5	743,7	26	740,4	699,3	41,1
28	701,9	702,3	162,9	743,7	26	740,4	698,7	41,7
28	700,8	701,2	163,5	743,7	26	740,4	697,6	42,8
28	699,6	700,0	164,1	743,7	26	740,4	696,4	44,5
28	698,2	698,6	164,7	743,7	26	740,4	695,0	45,4
28	696,8	697,3	165,4	743,7	26	740,4	693,7	46,7
28	695,9	696,3	166,0	743,7	26	740,4	692,7	47,7
28	694,7	695,2	166,6	743,6	26	740,3	691,6	48,7
30	641,2	641,2	185,1	743,0	28	739,4	637,8	101,6
21	736,3	736,4	126,0	743,1	17	740,9	733,7	7,2
21	735,6	735,7	127,5	743,1	17	740,9	733,0	7,9
21	734,8	735,0	129,7	743,2	18	740,9	732,2	8,7
21	734,1	734,2	131,7	743,2	18	740,9	731,5	9,4

Tabelle 55 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
21	733,3	733,3	133,1	743,2	18	740,9	730,6	10,3
21	732,5	732,5	134,5	743,2	18	740,9	729,8	11,1
21	729,5	729,5	139,3	743,2	18	740,9	726,8	14,1
21	728,7	728,9	140,0	743,1	18	740,8	726,1	14,7
21	727,7	727,9	141,2	743,0	18	740,7	725,1	15,6
21	727,0	727,1	142,2	743,0	18	740,7	724,4	16,3
21	726,1	726,1	143,4	742,9	18	740,6	723,4	17,2
21	729,1	729,4	137,9	742,0	19	739,6	726,6	13,0
21	729,9	730,1	136,7	742,1	19	739,7	727,3	12,4
21	730,9	731,1	135,1	742,2	19	739,8	728,3	11,5
21	732,2	732,3	132,9	742,2	20	739,6	729,6	10,0
21	733,2	733,2	131,1	742,4	21	739,7	730,5	9,2
21	734,1	734,2	128,7	742,5	21	739,8	731,5	8,3
21	735,2	735,3	125,8	742,4	21	739,7	732,6	7,1
22	735,6	735,7	124,4	742,4	22	739,6	732,9	6,7
22	736,1	736,2	121,5	742,4	22	739,6	733,4	6,2
24	729,1	729,3	142,4	745,4	23	742,5	726,2	16,3
24	728,1	728,3	143,5	745,4	23	742,5	725,2	17,3
24	727,1	727,4	144,6	745,4	23	742,5	724,3	18,2
24	726,3	726,7	145,5	745,4	23	742,5	723,5	19,0
25	725,3	725,6	146,5	745,5	23	742,6	722,4	20,2
25	724,3	724,6	147,8	745,5	23	742,6	721,4	21,2
25	723,4	723,6	148,6	745,5	23	742,6	720,5	22,1
25	722,7	722,9	149,2	745,5	24	742,4	719,7	22,7
25	722,1	722,2	150,0	745,5	24	742,4	719,1	23,3
25	720,9	721,2	150,8	745,4	24	742,3	718,0	24,3
25	719,7	720,1	151,6	745,4	24	742,3	716,8	25,5
25	718,9	719,1	152,6	745,4	24	742,3	714,9	26,4
26	717,6	717,9	153,7	745,3	24	742,2	714,6	27,6
26	716,4	716,7	154,5	745,3	24	742,2	713,4	28,8
30	589,7	589,7	196,9	743,0	28	739,4	586,6	152,8
30	544,8	544,8	204,5	743,2	28	739,6	542,0	197,6
30	491,5	491,5	211,7	743,2	28	739,6	489,0	250,6
30	440,5	440,5	216,9	743,2	28	739,6	438,2	301,4
26	703,7	704,1	162,2	744,4	25	741,2	700,7	40,5

Tabelle 55 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
26	702,3	702,7	163,0	744,4	25	741,2	699,3	41,9
26	701,0	701,5	163,7	744,5	25	741,3	698,1	43,2
26	699,5	699,9	164,4	744,6	25	741,4	696,5	44,9
26	698,5	698,8	165,0	744,7	25	741,5	695,5	46,0
26	696,6	697,0	166,1	744,7	25	741,5	693,6	47,9
26	695,4	695,8	166,8	744,7	25	741,5	692,4	49,1
26	694,3	694,8	167,4	744,7	25	741,5	691,4	50,1
26	645,5	645,5	185,2	746,0	25	742,8	642,6	100,2
26	544,9	544,9	204,7	745,9	25	742,7	542,4	200,3
27	443,0	443,0	217,1	745,6	25	742,4	440,9	301,5
29	343,0	343,0	226,6	744,9	27	741,4	341,3	400,1
29	240,5	240,5	234,0	745,3	27	741,8	239,3	502,5
29	144,5	144,5	239,6	745,6	27	742,1	143,8	598,3
29	40,0	40,0	246,2	745,9	27	742,4	39,8	702,6

Die zur Konstruktion der Kurve nach der Grösse des Druckes geordneten Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle 56 zusammengestellt.

Tabelle 56.

Benzoësäure.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
6,2	121,4	14,7	140,1	21,4	147,9	41,1	162,5
6,2	121,5	14,8	140,3	21,4	148,0	41,7	162,9
6,5	123,4	15,0	140,6	22,1	148,6	41,9	163,0
6,7	124,4	15,3	140,9	22,7	149,2	42,8	163,5
7,0	125,5	15,5	141,2	22,7	149,2	43,2	163,7
7,1	125,8	15,6	141,2	23,3	150,0	44,1	164,1
7,2	126,0	15,7	141,3	24,3	150,8	44,9	164,4
7,9	127,5	16,3	142,2	24,5	150,8	45,4	164,7
8,1	128,2	16,3	142,4	25,5	151,6	46,0	165,0
8,3	128,7	16,4	142,5	26,4	152,6	46,7	165,4
8,5	129,1	16,7	142,5	26,6	152,6	47,7	166,0
8,7	129,7	17,0	143,1	27,6	153,7	47,9	166,1
9,2	131,1	17,2	143,4	28,3	154,0	48,7	166,6
9,4	131,7	17,3	143,5	28,8	154,5	49,1	166,8
9,7	132,4	17,3	143,6	29,5	155,2	50,1	167,4
9,8	132,5	17,8	144,0	30,8	156,0	100,2	185,2
10,0	132,9	18,0	144,1	31,2	156,4	101,6	185,1
10,3	133,1	18,2	144,6	32,5	157,1	152,8	196,9
10,6	133,6	18,2	144,5	33,7	157,8	197,6	204,5
11,1	134,5	18,4	144,6	34,1	158,3	200,3	204,7
11,3	134,9	19,0	145,5	34,7	158,7	250,6	211,7
11,5	135,1	19,1	145,6	35,7	159,3	301,4	216,9
11,9	136,0	19,7	146,2	36,1	159,6	301,5	217,1
12,4	136,7	19,7	146,3	37,4	160,5	400,1	226,6
12,5	136,9	19,9	146,5	38,4	160,9	502,5	234,0
12,7	136,9	20,2	146,5	38,8	161,3	598,3	239,6
13,0	137,9	20,3	146,9	39,8	161,9	702,6	246,2
13,6	138,7	20,8	147,5	39,8	161,9	742,4	248,2
14,1	139,3	21,2	147,8	40,5	162,2	760,0	248,9
14,7	140,0						

Tabelle 57.

Dampfspannkraft der Benzoësäure, nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
6	121,2	21	147,6	36	159,5	75	178,5
7	125,2	22	148,6	37	160,1	100	185,9
8	128,2	23	149,6	38	160,8	150	196,5
9	130,4	24	150,5	39	161,3	200	204,9
10	132,5	25	151,4	40	161,9	250	211,5
11	134,4	26	152,3	41	162,5	300	217,0
12	136,0	27	153,1	42	163,0	350	221,5
13	137,6	28	153,8	43	163,6	400	225,8
14	139,1	29	154,7	44	164,1	450	230,0
15	140,5	30	155,5	45	164,7	500	233,8
16	141,8	31	156,2	46	165,2	550	237,0
17	143,1	32	156,9	47	165,7	600	239,8
18	144,3	33	157,6	48	166,2	650	242,9
19	145,5	34	158,2	49	166,7	700	245,5
20	146,5	35	158,9	50	167,2	750	248,3
						760	249,0

Die vorgehende und die nachfolgende Tabelle gibt die aus der Kurve abgelesenen Werte.

Tabelle 58.

Kochpunkte der Benzoësäure, nach ° C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.
120	5,8	135	11,4	150	23,4	165	45,6
121	6,0	136	12,0	151	24,5	166	47,6
122	6,2	137	12,6	152	25,6	167	49,5
123	6,4	138	13,2	153	26,9	168	51,5
124	6,6	139	13,9	154	28,1	169	53,6
125	6,9	140	14,6	155	29,4	170	55,6
126	7,3	141	15,4	156	30,7	180	79,7
127	7,6	142	16,1	157	32,2	190	119,0
128	8,0	143	16,9	158	33,6	200	170,0
129	8,4	144	17,7	159	35,2	210	237,8
130	8,8	145	18,6	160	36,7	220	331,0
131	9,2	146	19,5	161	38,4	230	450,0
132	9,7	147	20,4	162	40,1	240	605,0
133	10,2	148	21,4	163	41,9		
134	10,8	149	22,4	164	43,8		

Da ältere Bestimmungen für die Benzoësäure nicht vorliegen, bietet sich somit zu Vergleichungen keine Gelegenheit.

Mit der Benzoësäure wäre die Reihe der Benzolderivate, deren Untersuchung wir uns zur Aufgabe gestellt hatten, erschöpft. Obwohl, wie schon in der Einleitung bemerkt, die Versuche mit dem Äthylalkohol anderen besonderen Zwecken dienen sollten, deren Bedeutung erst später sich geltend machen wird, wollen wir dieselben doch unmittelbar anschliessen; wir werden uns dadurch unnütze Wiederholungen ersparen.

Äthylalkohol. $CH_3—CH_2 . OH$.

Der käufliche absolute Alkohol wurde längere Zeit über Kalk stehen gelassen, und dreimal von demselben abdestillirt. Ebenso befand sich Kalk im Kölbchen, in

dem mit Platinkolonne der Siedepunkt bestimmt wurde, und ebenfalls von Kalk wurde der Alkohol direkt, nachdem ein paar Tropfen besonders aufgefangen worden waren, in den Siedeapparat destillirt.

Der von uns beobachtete *Sdp.* $\frac{0\,^{\circ}\,\text{C.}}{760\,\text{mm.}}$ lag bei 78,0 ° C.; derselbe wurde auch nach Ausführung der Versuche wieder gefunden.

An sonstigen Beobachtungen des Sdp. liegen u. a. vor:

Kopp[1])	78,4 ° C.
Regnault[2])	78,26 „
Mendelejeff[3])	78,3 „
Ramsay[4])	78,0 „
Konowalow[5])	78,2 „
G. C. Schmidt[6])	78,2 „

Nach Lage der heutigen Technik kann es sich bei Verunreinigungen des käuflichen absoluten Alkohols nur um Beimengungen von Spuren von Feuchtigkeit und um deren Einfluss auf den Siedepunkt handeln. Nun ist durch Konowalow's Arbeit[7]) über die Dampfspannung der Flüssigkeitsgemische, deren Resultate, soweit sie kontrollirt wurden, durch Kahlbaum und Schröter[8]) bestätigt worden sind, nachgewiesen worden, dass im Gegensatz zum Propyl-

---

[1]) Poggend. Annal., Bd. 72, 1847, pag. 54. —

[2]) Paris, Mém. Acad. Sci., T. 26, 1862, pag. 658. —

[3]) Zeitschr. f. Chem., Bd. 9, 1865, pag. 257. —

[4]) Chem. Soc. Journ., Vol. 35, 1879, pag. 469. — Die Angabe lautet nur 78 °, doch ist aus Richardson „Determination of Vapour Pressures of Organic Alkohols and Acids," Dissertation, Freiburg i. B., Bristol 1886, pag. 5 — wohl abzuleiten, dass 78,0 ° bei 760 mm. gemeint ist. —

[5]) Wiedemann Annal., Bd. 14, 1881, pag. 40. — Aus der Beobachtung bei 766,5 mm. reduzirt. —

[6]) Zeitschr. f. physik. Chem., Bd. 8, 1891, pag. 633. — Ebenfalls aus Beobachtung reduzirt.

[7]) Wiedemann Annal., Bd. 14, 1881, pag. 34.

[8]) „Studien über Dampfspannkraftsmessungen," pag. 269, ff. —

und Butylalkohol, zu Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure die Spannkraft der Ameisensäure, des Methyl- und Äthylalkohols erniedrigt wird durch Wasserzusatz, mit anderen Worten, dass also der Siedepunkt der letztgenannten Stoffe, mithin auch der des Äthylalkohols, durch Feuchtigkeit erhöht wird. Wenden wir diese Erkenntnis auf die oben genannten Siedepunkte an, so ergibt sich, dass der von Hrn. Ramsay und von uns zu 78,0 ° C. gefundene als der günstigste angesehen werden darf.

Die hohe Tension des Äthylalkohols schon bei niederen Temperaturen, bei + 8 ° C. = ± 20 mm., gestattete die Anwendung der Quecksilberluftpumpe nicht, so dass nur am Rückflusskühler mit der Wasserstrahlpumpe gearbeitet werden konnte.

Die folgende Tabelle 59 bringt die Originalbeobachtungen.

Tabelle 59.

Äthylalkohol.

Wasserluftpumpe.

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
7	678,8	679,0	22,9	731,6	15	729,7	678,1	51,6
7	679,9	680,1	22,5	731,6	15	729,7	679,2	50,5
7	681,2	681,3	22,1	731,4	15	729,5	680,5	49,0
7	677,4	677,6	23,2	731,3	15	729,4	676,7	52,7
7	676,3	676,5	23,5	731,1	15	729,2	675,6	53,6
7	678,3	678,5	22,8	731,0	15	729,1	677,6	51,5
7	679,9	680,1	22,3	731,0	15	729,1	679,2	49,9
7	680,7	680,9	22,1	730,9	15	729,0	680,0	49,0
7	682,0	682,2	21,6	730,9	15	729,0	681,3	47,7
7	683,1	683,3	21,1	730,8	15	728,9	682,4	46,5
7	684,0	684,4	20,6	730,5	15	728,6	683,4	45,2
7	684,9	685,2	20,2	730,4	15	728,5	684,3	44,2

Tabelle 59 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
7	685,9	686,1	19,9	730,3	15	728,4	685,2	43,1
7	687,6	687,9	19,3	730,5	15	728,6	687,0	41,6
7	689,1	689,3	18,6	730,4	16	728,4	688,4	40,0
7	690,9	691,1	17,9	730,3	16	728,3	690,2	38,1
7	692,7	692,9	17,2	730,4	16	728,4	692,0	36,4
7	694,8	695,0	16,3	730,5	16	728,5	694,1	34,4
7	695,4	695,6	15,9	730,5	16	728,5	694,6	33,9
7	697,7	698,0	14,8	730,5	16	728,5	697,0	31,5
7	699,5	699,6	13,9	730,6	16	728,6	698,7	29,9
7	700,9	701,1	13,2	730,7	16	728,7	700,1	28,6
7	702,3	702,5	12,4	730,7	16	728,7	701,5	27,2
7	703,2	703,3	11,8	730,7	16	728,7	702,4	26,3
7	704,0	704,2	11,4	730,8	16	728,8	703,2	25,6
7	705,4	705,6	10,6	730,8	16	728,8	704,6	24,2
7	706,9	707,1	9,7	730,9	16	728,9	706,1	22,8
7	707,9	708,1	9,0	731,0	16	729,0	707,1	21,9
7	708,8	709,0	8,4	731,0	16	729,0	708,0	21,0
8	718,6	718,8	8,3	740,3	15	738,4	717,7	20,7
8	717,4	717,6	9,3	740,5	15	738,6	716,5	22,1
8	716,2	716,4	10,2	740,7	15	738,8	715,3	23,5
8	715,2	715,4	11,0	740,7	15	738,8	714,3	24,5
8	714,1	714,3	11,6	740,9	15	739,0	713,2	25,8
8	713,4	713,6	12,1	741,0	15	739,1	712,5	26,6
8	712,3	712,5	12,9	741,0	15	739,1	711,4	27,7
9	711,0	711,2	13,6	741,1	15	739,2	710,1	29,1
9	710,0	710,3	14,1	741,1	15	739,2	709,1	30,1
9	708,7	709,0	14,8	741,2	15	739,3	707,8	31,5
9	707,9	708,1	15,2	741,2	15	739,3	707,0	32,3
9	706,6	706,8	15,9	741,2	15	739,3	705,6	33,7
9	705,2	705,4	16,5	741,3	16	739,2	704,2	35,0
9	704,3	704,5	16,9	741,3	16	739,2	703,3	35,9
9	703,9	704,1	17,1	741,3	16	739,2	702,9	36,3
9	702,9	703,1	17,5	741,3	16	739,2	702,0	37,2
8	702,8	703,2	18,3	743,0	16	740,9	702,0	38,9
8	701,9	702,1	18,7	743,0	16	740,9	701,0	39,9

Tabelle 59 (Fortsetzung).

T.	B. v.	B. h.	Temp.	B. K.	T.K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
8	701,0	701,2	19,1	743,2	16	741,1	700,1	41,0
8	700,0	700,2	19,5	743,3	16	741,2	699,1	42,1
8	698,9	699,1	20,0	743,5	16	741,4	698,0	43,4
8	697,7	697,9	20,5	743,6	16	741,5	696,8	44,7
8	696,1	696,3	21,1	743,6	16	741,5	695,2	46,3
9	695,4	695,6	21,5	743,9	16	741,8	694,4	47,4
9	694,6	694,9	21,8	744,0	16	741,9	693,7	48,2
9	693,6	693,9	22,3	744,3	16	742,2	692,7	49,5
9	692,5	692,8	22,7	744,5	16	742,4	691,6	50,8
9	691,4	691,7	23,1	744,7	16	742,6	690,5	52,1
9	690,7	690,9	23,4	744,8	16	742,7	689,7	53,0
9	643,5	643,9	34,5	745,1	16	743,0	642,7	100,3
9	592,1	592,5	42,4	745,3	17	743,1	591,4	151,7
9	542,9	543,4	47,9	745,6	17	743,4	542,4	201,0
8	493,5	493,9	52,4	745,8	17	743,6	493,0	250,6
8	449,6	450,0	56,4	749,4	15	747,4	449,2	298,2
8	347,3	347,6	62,7	749,2	15	747,2	347,0	400,2
8	246,5	247,1	67,7	750,0	16	747,9	246,3	501,6
8	146,6	147,0	72,0	750,1	16	748,0	146,6	601,4
8	47,4	47,7	75,4	750,4	16	748,3	47,5	700,8
8	43,9	44,2	75,9	749,7	14	747,9	44,0	703,9
8	247,1	247,3	68,0	752,3	14	750,5	246,8	503,7
8	450,9	451,1	56,5	752,3	14	750,5	450,4	300,1
8	601,2	601,6	41,7	752,3	14	750,5	600,6	149,9

Die folgende Tabelle 60 enthält die aus den soeben angeführten Zahlen enthaltenen Werte nach der Grösse des Druckes geordnet, wie dieselben zur Konstruktion der Kurve verwendet wurden.

Tabelle 60.

Äthylalkohol.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
20,7	8,3	31,5	14,8	44,2	20,2	53,6	23,5
21,0	8,4	32,3	15,2	44,7	20,5	100,3	34,5
21,9	9,0	33,7	15,9	45,2	20,6	149,9	41,7
22,1	9,3	33,9	15,9	46,3	21,1	151,7	42,4
22,8	9,7	34,4	16,3	46,5	21,1	201,0	47,9
23,5	10,2	35,0	16,5	47,4	21,5	250,6	52,4
24,2	10,6	35,9	16,7	47,7	21,6	298,2	56,4
24,5	11,0	36,3	17,1	48,2	21,8	300,1	56,5
25,6	11,4	36,4	17,2	49,0	22,1	400,2	62,7
25,8	11,6	37,2	17,5	49,0	22,4	501,6	67,7
26,3	11,8	38,1	17,9	49,5	22,3	503,7	68,0
26,6	12,1	38,9	18,3	49,9	22,3	601,4	72,0
27,2	12,4	39,9	18,7	50,5	22,5	700,8	75,4
27,7	12,9	40,0	18,6	50,8	22,7	703,9	75,9
28,6	13,2	41,0	19,1	51,5	22,8	747,8	77,6
29,1	13,6	41,6	19,3	51,6	22,9	750,4	77,7
29,9	13,9	42,1	19,5	52,1	23,1	760,0	78,0
30,1	14,1	43,2	19,9	52,7	23,2	760,0	78,1
31,5	14,8	43,4	20,0	53,0	23,4		

In den Tabellen 61 und 62 finden sich die aus den Kurven abgelesenen Dampfspannkräfte und Kochpunkte des Äthylalkohols.

Tabelle 61.

Dampfspannkraft des Äthylalkohol, nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
20	7,9	33	15,5	46	20,9	200	47,8
21	8,5	34	16,0	47	21,3	250	52,4
22	9,2	35	16,5	48	21,7	300	56,4
23	9,8	36	16,9	49	22,0	350	59,9
24	10,5	37	17,4	50	22,3	400	62,8
25	11,1	38	17,8	51	22,7	450	65,5
26	11,7	39	18,3	52	23,0	500	68,0
27	12,3	40	18,7	53	23,3	550	70,2
28	12,9	41	19,1	54	23,6	600	72,4
29	13,4	42	19,5	55	24,0	650	74,4
30	14,0	43	19,9	75	29,6	700	76,1
31	14,5	44	20,2	100	34,4	750	77,6
32	15,0	45	20,6	150	42,1	760	78,0

Tabelle 62.

Kochpunkte des Äthylakohol, nach ° C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.
8	20,2	14	30,0	20	43,3	30	77,7
9	21,7	15	32,0	21	46,1	40	135,2
10	23,3	16	34,0	22	49,0	50	222,9
11	24,8	17	36,1	23	52,0	60	353,0
12	26,5	18	38,4	24	55,0	70	543,9
13	28,2	19	40,8	25	58,2		

Zur Vergleichung mit unseren Bestimmungen liegen eine ganze Anzahl älterer Beobachtungen vor, so vor Allen von Victor Regnault[1]), dann einige Zahlen von Konowalow[2]), und ausgedehntere Bestimmungsreihen von

[1]) Paris, Mém. Acad. Sci., T. 26, 1862, pag. 350. —
[2]) Wiedemann Annal., Bd. 14, 1881, pag. 40. —

Ramsay und Young[1]), Richardson[2]) und von G. C. Schmidt[3]). Leider sind die Druckinterwalle, in denen die Bestimmungen vorgenommen wurden, nicht überall die gleichen, zudem sind die aus den Beobachtungen abgeleiteten Zahlen bald nach Drucken, bald nach den Temperaturen geordnet, so dass die Ausführung eines Vergleiches einigermassen Schwierigkeiten und viel Mühe verursachte. Das Ordnen der gewonnenen Grössen allein nach Temperaturen scheint uns wenig berechtigt, am allerwenigsten wenn die Kopp'sche Auffassung, dass der Siedepunkt eine Funktion des Druckes sei, aufrechterhalten wird. Nach den Drucken geordnet können ganze Stoffreihen mit einander verglichen werden; es leitet sich daraus die wichtige Beziehung der veränderten Temperaturabnahme für gleiche Druckabnahmen u. s. w. ab; beim Ordnen von Stoffklassen nach gleichen Temperaturen reisst dagegen eben wegen der Verschiedenheit der Siedetemperatur der Vergleichsfaden immerwährend ab.[4]) Aus diesen Gründen haben wir auch wo es nötig oder von Wert schien, die uns vorgelegenen Zahlen in diesem Sinne neu geordnet.

Wir beginnen mit einem Vergleich unserer Zahlen mit denen Regnault's, die wir aus Bunsen's[5]) Berechnungen ableiteten, lassen dann (Tabelle 64) die von Konowalow folgen, und darauf (Tabelle 65) die von Richardson und G. C. Schmidt, zum Schlusse einen Vergleich der Beobachtungen mehrerer Forscher nach ^{0}C. geordnet (Tabelle 66).

---

[1]) Phil. Trans., Vol. 177, 1886, pag. 127. —

[2]) Dissertation, Freiburg i. B. 1886. —

[3]) Zeitschr. f. physik. Chem., Bd. 8, 1891, pag. 633. —

[4]) Ein Beweis, wie unglücklich die Wahl der Temperatur zur Ordnung solcher Grössen ist, erbringt G. C. Schmidt's Referat über Kahlbaum's „Studien" in Wiedemann's Beiblättern Bd. 18, 1894, pag. 63 u. 64. —

[5]) Gasometr. Methoden. II. Auflage, 1877, pag. 362, Tab. III.

Tabelle 63.

Äthylalkohol.

Druck	Regnault	v. Wirkner	Differenz	Druck	Regnault	v. Wirkner	Differenz
mm.	° C.	° C.	° C.	mm.	° C.	° C.	° C.
20	7,0	7,9	+0,9	38	17,5	17,8	+0,3
21	7,7	8,5	+0,8	39	18,0	18,3	+0,3
22	8,5	9,2	+0,7	40	18,4	18,7	+0,3
23	9,2	9,8	+0,6	41	18,8	19,1	+0,3
24	10,0	10,5	+0,5	42	19,2	19,5	+0,3
25	10,6	11,1	+0,5	43	19,6	19,9	+0,3
26	11,3	11,7	+0,4	44	20,0	20,2	+0,2
27	11,9	12,3	+0,4	45	20,4	20,6	+0,2
28	12,5	12,9	+0,4	46	20,8	20,9	+0,1
29	13,1	13,4	+0,3	47	21,1	21,3	+0,2
30	13,6	14,0	+0,4	48	21,5	21,7	+0,2
31	14,1	14,5	+0,4	49	21,8	22,0	+0,2
32	14,7	15,0	+0,3	50	22,2	22,3	+0,1
33	15,2	15,5	+0,3	51	22,5	22,7	+0,2
34	15,7	16,0	+0,3	52	22,8	23,0	+0,2
35	16,2	16,5	+0,3	53	23,2	23,3	+0,1
36	16,6	16,9	+0,3	54	23,5	23,6	+0,1
37	17,1	17,4	+0,3	55	23,8	24,0	+0,2

Tabelle 64.

Äthylalkohol.

Druck	Konowal.	v. Wirkner
mm.	° C.	° C.
41,3	18,7	18,9
106,3	35,5	35,5
215,3	49,5	49,3
443,8	65,4	65,2
766,5	78,5	78,2

Tabelle 65.

Äthylalkohol.

Druck	Richard-son	Schmidt	v. Wirkner	Druck	Richard-son	Schmidt	v. Wirkner
mm.	° C.	° C.	° C.	mm.	° C.	° C.	° C.
75		29,4	29,6	450	65,5	65,2	65,5
100	34,0	34,5	34,4	500	68,3	68,0	68,0
150	41,8	42,1	42,1	550	70,5	70,2	70,2
200	47,4	48,0	47,8	600	72,5	72,4	72,4
250	52,1	52,4	52,4	650	74,1	74,4	74,4
300	56,0	56,5	56,4	700	76,1	76,2	76,1
350	59,5	60,1	59,9	750	78,0	77,8	77,6
400	62,5	62,9	62,8	760		78,2	78,0

Die unter „Richardson“ gegebenen Zahlen sind diejenigen, die derselbe aus seinen Beobachtungen abgeleitet hat. Die von ihm berechneten schliessen sich unserer Kurve noch wesentlich besser an, indem die mittlere Differenz zwischen unseren Zahlen und seinen beobachteten 0,3 ° C., seinen berechneten dagegen nur 0,1 ° C. beträgt. Ebenfalls 0,1 ° C. beträgt die mittlere Differenz zwischen Schmidt's und unseren Ablesungen, seine Beobachtungen schliessen sich unserer konstruirten Kurve noch eher etwas besser an als seiner berechneten.

Tabelle 66.

Äthylalkohol.

Temp.	Regnault	Ramsay und Young	Schmidt	v. Wirkner
° C.	mm.	mm.	mm.	mm.
20	44,5	44,0	43,7	43,3
30	78,5	78,1	78,0	77,7
40	133,7	133,4	133,8	135,2
50	219,9	219,8	220,9	222,9
60	350,2	350,2	352,1	353,0
70	541,2	540,9	543,0	543,9

Legen wir die Regnault'sche Kurve zu Grunde, so geben unsere und die Beobachtungen von G. C. Schmidt das gleiche Bild der Abweichungen. Zunächst werden für gleiche Temperaturen geringere Drucke gefunden, während bei höheren Temperaturen die beobachteten Drucke diejenigen Regnault's überschreiten. Die Kurve von Ramsay und Young, die sich der von Regnault am meisten anschliesst, bleibt bis zu 60° C. mit den Drucken unter den von Regnault beobachteten, erreicht mit dieser Temperatur den gleichen Wert, um dann wieder zu sinken. Zu bemerken ist jedoch, dass nur die Drucke bei 20 und 30° C. von Ramsay und Young beobachtet sind, während die übrigen Zahlen von den genannten Herren durch Rechnung gewonnen sind.

Aus allen verglichenen Zahlen ergibt sich im Allgemeinen, dass unsere Beobachtungen durch die älteren recht wohl bestätigt werden. Die geringen Differenzen, die sich finden, liegen entweder voll innerhalb der unvermeidlichen Beobachtungsfehler, oder sie lassen sich aus der Verschiedenheit des angewandten Materials erklären.

Der eine unserer Punkte bei 601,4 mm. ist wohl etwas zu tief gefunden worden, weshalb, hätten wir die Kurve durch denselben gelegt, dieselbe erst bis dahin etwas zu flach und von da an etwas zu stark steigend hätte gezeichnet werden müssen, was sich uns durch Unregelmässigkeit der Bewegung der Druckdifferenzen bei gleichen Temperaturdifferenzen verriet. Es musste deshalb, statt des beobachteten 72,0° C., 72,4° C. gesetzt werden. Gleich grosse Abweichungen finden sich bei tieferen Drucken ja wohl auch, kommen aber wegen der grossen Anzahl von Beobachtungen da nicht in Betracht.

Wir schliessen hiermit den I. Teil unserer Arbeit, der über die angestellten Beobachtungen und die mit Hilfe

derselben erzielten Resultate berichtet und gehen nunmehr zu dem II. Teil über, in welchem die gewonnenen physikalischen Konstanten in Beziehung zu der chemischen Individualität der gewählten Stoffe gesetzt werden sollen.

II. Teil.

Betrachtungen.

Die Aufgabe im zweiten Teile unserer Arbeit wird, wie gesagt, sein, die Änderung der im ersten Teile gegebenen physikalischen Konstanten im Zusammenhang mit dem Wechsel der chemischen Zusammensetzung zu betrachten. Um das Ganze im Allgemeinen ausführen zu können, bringen wir in der folgenden Tabelle die Siedepunkte aller von uns beobachteten Substanzen auf gleiche Drucke bezogen. Dabei sehen wir zunächst von den am Äthylalkohol angestellten Beobachtungen ab, da derselbe nicht zu den anderen chemischen Typen passt.

Die Tabelle weist aus, wie berechtigt unsere früher betonte Ansicht, die Beobachtungen auf gemeinsame Drucke, nicht aber auf gemeinsame Temperaturen zu beziehen, ist, da nur mit Hilfe der von uns gewählten Ordnung es möglich ist, die ganze Erscheinungsfolge auf einmal zu übersehen.

Lassen wir nun zunächst die Tabelle folgen. In derselben ist für die Derivate des Benzols die gleiche Ordnung beibehalten worden, der wir bei der Mitteilung der Beobachtungen bisher auch gefolgt sind, d. h. die Stoffe sind aufgeführt nach der Höhe ihres Siedepunktes bei 760 mm. Druck, und zwar im Sinne des Wachsens desselben.

Ein erster Blick auf die nachstehende Tabelle 67 bietet uns sofort ein hervorragendes Interesse. Vergleichen wir die innegehaltene Ordnung nach der Höhe der Siedepunkte bei 760 mm. Druck mit der Ordnung, die sich ergeben würde, wenn wir die Siedepunkte bei 6 mm. Druck, d. h. bei einem Drucke, für welchen auch noch der Siedepunkt der Benzoësäure bestimmt werden konnte, zu Grunde legen würden, so ergiebt sich folgende Verschiebung:

	760 mm.		6 mm.
Benzol	80,3 ° C.	Benzol	— ° C.
Brombenzol	155,5 „	Brombenzol	32,5 „
Benzaldehyd	178,3 „	Benzaldehyd	53,0 „
Phenol	181,4 „	Benzonitril	59,9 „
Anilin	183,9 „	Anilin	60,5 „
Benzonitril	190,6 „	Phenol	65,3 „
Benzylalkohol	205,0 „	Nitrobenzol	76,1 „
Nitrobenzol	208,3 „	Benzylalkohol	83,9 „
Benzoësäure	249,0 „	Benzoësäure	121,2 „

Das heisst also, eine ganze Reihe dieser Stoffe zeigen Siedekurven, die einander durchschneiden. Die des Benzonitrils wird von der des Phenols und Anilins durchschnitten, ebenso durchschneiden sich Phenol und Anilin selbst; desgleichen durchschneiden sich die Kurven des Benzylalkohols und Nitrobenzols.

Bisher war ein solches Durcheinandergehen zweier Siedekurven nur am Benzol und Äthylalkohol bekannt, und diese Thatsache gerade ist es gewesen, die uns veranlasste, den Alkohol mit in den Bereich unserer Studien zu ziehen; nun erweisen unsere Beobachtungen, dass auch bei chemisch nahe verwandten Stoffen diese Erscheinung häufig, — von 9 untersuchten Substanzen durchschneiden sich 5, — auftritt.

Tabelle 67.

Kochpunkte des Benzols und seiner Derivate.

Druck	Benzol	Brom-benzol	Benz-aldehyd	Phenol	Anilin	Benzo-nitril	Benzyl-alkohol	Nitro-benzol	Benzoë-säure
mm.	° C.	° C.	° C.	° C.	° C.	° C.	° C.	° C.	° C.
760	80,3	155,5	178,3	181,4	183,9	190,6	205,0	208,3	249,0
750	80,0	155,0	177,9	181,0	183,5	190,1	204,7	208,0	248,3
700	77,9	152,5	175,1	179,0	180,8	187,7	201,7	205,0	245,5
650	75,6	149,5	172,2	176,0	178,0	184,8	198,9	202,0	242,9
600	73,0	145,9	169,7	173,0	175,0	181,6	195,6	199,5	239,8
550	70,1	142,7	166,2	170,1	171,9	178,1	192,6	196,0	237,0
500	67,4	139,4	162,3	167,0	168,7	174,4	189,0	192,5	233,8
450	64,4	135,4	159,5	163,8	165,0	170,2	185,7	189,0	230,0
400	61,0	131,6	154,1	160,0	161,1	165,8	182,0	184,5	225,8
350	57,0	127,1	149,4	155,8	156,9	161,1	177,7	180,6	221,5
300	52,6	122,0	144,7	151,0	151,5	155,3	172,6	174,5	217,0
250	47,9	116,3	138,5	145,5	145,6	148,6	167,1	168,0	211,5
200	42,1	109,5	131,7	139,0	138,7	141,4	160,8	160,5	204,9
150	35,4	101,0	123,7	131,0	130,8	132,8	152,1	152,0	196,5
100	26,4	90,0	112,5	120,2	119,4	121,3	141,3	139,9	185,9
75	20,0	82,8	105,2	113,7	111,9	113,7	133,9	131,1	178,5
50	12,1	73,0	95,3	104,7	101,9	103,9	124,4	120,2	167,2
49	11,7	72,5	94,8	104,3	101,4	103,4	123,9	119,7	166,7
48	11,3	72,0	94,4	103,8	101,0	102,9	123,5	119,2	166,2
47	10,9	71,4	93,9	103,3	100,5	102,4	123,1	118,7	165,7
46	10,5	70,9	93,4	102,8	100,0	101,9	122,6	118,2	165,2
45	10,1	70,4	92,9	102,3	99,5	101,4	122,2	117,6	164,7
44	9,6	69,9	92,4	101,8	99,0	100,8	121,7	117,1	164,1
43	9,2	69,4	91,8	101,3	98,5	100,2	121,2	116,9	163,6
42	8,8	68,9	91,3	100,8	97,9	99,7	120,7	116,0	163,0
41	8,3	68,3	90,7	100,3	97,4	99,1	120,2	115,5	162,5
40	7,8	67,7	90,1	99,8	96,9	98,5	119,6	114,9	161,9
39	7,4	67,1	89,5	99,2	96,4	97,9	119,1	114,3	161,3
38	6,9	66,5	88,8	98,7	95,8	97,3	118,5	113,7	160,8
37	6,4	65,9	88,2	98,1	95,2	96,7	117,9	113,1	160,1
36	5,9	65,3	87,6	97,6	94,6	96,1	117,3	112,5	159,5
35	5,4	64,7	86,9	97,0	94,0	95,5	116,7	111,8	158,9
34	4,9	64,0	86,2	96,4	93,4	94,8	116,1	111,1	158,2
33	4,4	63,3	85,6	95,8	92,8	94,2	115,4	110,4	157,6
32	—	62,6	84,9	95,1	92,2	93,5	114,8	109,7	156,9

Tabelle 67 (Fortsetzung).

Druck	Benzol	Brom-benzol	Benz-aldehyd	Phenol	Anilin	Benzo-nitril	Benzyl-alkohol	Nitro-benzol	Benzoë-säure
mm.	° C.	° C.	° C.	° C.	° C.	° C.	° C.	° C.	° C.
31	—	61,9	84,2	94,5	91,6	92,8	114,1	108,9	156,2
30	—	61,2	83,5	93,8	90,9	92,1	113,4	108,2	155,5
29	—	60,5	82,8	93,1	90,2	91,3	112,7	107,4	154,7
28	—	59,7	82,1	92,4	89,4	90,5	112,0	106,5	153,8
27	—	58,9	81,3	91,7	88,7	89,7	111,3	105,7	153,1
26	—	58,1	80,5	91,0	87,9	88,9	110,5	104,8	152,3
25	—	57,3	79,7	90,2	87,2	88,0	109,7	103,9	151,4
24	—	56,4	78,9	89,4	86,3	87,1	108,0	103,0	150,5
23	—	55,5	78,0	88,5	85,5	86,1	108,1	102,1	149,6
22	—	54,6	77,1	87,6	84,7	85,1	107,2	101,1	148,6
21	—	53,7	76,2	86,7	83,7	84,1	106,3	100,1	147,6
20	—	52,8	75,2	85,8	82,8	83,0	105,3	99,1	146,5
19	—	51,9	74,2	84,8	81,8	81,9	104,3	98,0	145,5
18	—	50,9	73,2	83,8	80,8	80,8	103,3	96,9	144,3
17	—	49,9	72,0	82,7	79,7	79,6	102,2	95,7	143,1
16	—	48,8	70,9	81,6	78,5	78,4	101,1	94,4	141,8
15	—	47,7	69,6	80,5	77,2	77,1	99,9	93,1	140,5
14	—	46,5	67,3	79,2	75,8	75,7	98,7	91,8	139,1
13	—	45,3	66,9	77,8	74,3	74,2	97,3	90,3	137,6
12	—	43,9	65,4	76,6	72,7	72,6	95,8	88,8	136,0
11	—	42,3	63,8	75,1	71,0	71,0	94,2	87,2	134,4
10	—	40,6	62,0	73,5	69,2	69,1	92,6	85,4	132,5
9	—	38,8	60,1	71,8	67,3	67,1	90,7	83,5	130,4
8	—	36,9	58,0	69,9	65,2	64,9	88,8	81,5	128,2
7	—	34,8	55,7	67,8	62,9	62,5	86,5	79,1	125,2
6	—	32,5	53,0	65,3	60,5	59,9	83,9	76,1	121,2
5	—	29,8	50,1	62,5	57,9	56,9	80,8	72,9	—
4,5	—	28,1	48,4	61,0	56,5	55,4	79,1	71,1	—
4	—	26,3	46,6	59,3	55,0	53,8	77,2	69,2	—
3,5	—	24,4	44,5	57,6	53,5	52,0	75,1	67,1	—
3	—	22,3	42,5	55,8	51,8	50,0	72,9	64,9	—
2,5	—	20,0	40,0	53,9	49,9	47,8	70,5	62,5	—
2	—	17,5	37,2	51,5	47,9	45,3	67,8	59,8	—
1,5	—	14,6	33,9	48,7	45,6	42,2	64,8	56,9	—
1	—	10,9	29,3	44,8	43,1	38,4	60,9	53,1	—
0,5	—	6,5	22,8	—	40,2	33,0	55,2	47,2	—

Es liegt auf der Hand, von welcher Bedeutung diese Erkenntnis für die ganze Lehre von den Siedepunktsregelmässigkeiten ist, und das umsomehr, wenn man bedenkt, dass noch vor kurzer Zeit der Versuch gemacht worden ist, für die Reihe der normalen fetten Säuren das Volta-Dalton'sche Gesetz von dem Parallelismus der Siedekurven zu retten [1]), und dieser Versuch gern und verbreiteten Glauben gefunden hat.

Man hat bisher versucht, Siedepunktsregelmässigkeiten beim Drucke 760 mm. aufzufinden, die dem Eintritt eines Atomes oder Atomkomplexes für ein anderes Ausdruck verliehen. Nun ist ohne Frage der Druck 760 mm. ein durchaus willkürlich gewählter; es könnte deshalb solchen Regelmässigkeiten eine wirkliche Bedeutung nur zuzusprechen sein, wenn sich dieselben im ganzen Verlauf der Kurven gleich oder doch nahezu gleich blieben. Aus unseren sich durchschneidenden Kurven sehen wir aber, dass nicht einmal von einer G e s e t z m ä s s i g k e i t, geschweige denn von einer R e g e l m ä s s i g k e i t der Änderung des Siedepunktes, je nach den Drucken, unter denen wir sie betrachten, beim Ersatz einer Atomgruppe durch eine andere, gleichbleibende, die Rede sein kann. Unter irgend einem Drucke wird der Siedepunkt durch Eintritt eines Atomkomplexes erhöht, unter einem anderen durch Eintritt desselben Komplexes gar nicht verändert, und unter wieder einem anderen sogar erniedrigt.

Aus solchen Beobachtungen, zusammen mit denen von Kahlbaum u. Schröter an den fetten Säuren vorgenommenen, glauben wir ableiten zu dürfen, dass bei der Aufsuchung und Aufstellung von Siedepunkts-Regelmässigkeiten die allergrösste Vorsicht zu walten hat. Gewiss soll damit nicht

---

[1]) G. C. Schmidt, „da nun die Dalton'sche Regel für die homologe Reihe der Fettsäuren in aller Strenge giltig ist." — Zeitschr. f. physik. Chemie; Bd. 7, 1891, pag. 467. —

gesagt sein, dass keinerlei Gesetzmässigkeiten aufgefunden werden könnten, solche z. B. wie das stetige Wachsen der Siedetemperatur beim Ersatz von Cl durch Br oder von Br durch J scheinen in der That eine sehr allgemeine Geltung zu haben, ob aber der gleichen chemischen Zusammensetzungsdifferenz je eine regelmässige Differenz des Siedepunktes entspricht, das will uns zweifelhaft erscheinen.

Im Zusammenhange mit dem oben Gesagten bietet auch ein Betrachten der Siedekurven der Benzolderivate im Vergleich mit denjenigen der fetten Säuren einiges Interesse. Bei den ersteren wechseln die eintretenden Atomgruppen, bei den letzteren wächst die Zusammensetzung stets um die gleiche Grösse CH_2; so ist dann auch der Gang der letzteren Kurven ein um vieles gleichmässigerer und doch ist auch hier eine Regelmässigkeit nicht nachzuweisen.

Die sonst in recht weiten Grenzen giltige Regel, dass die Siedetemperatur-Abnahme mit den Siedepunkten wächst, findet sich noch ziemlich bestätigt bei den fetten Säuren, aber auch hier nicht absolut und streng giltig, — bei den sich durchschneidenden Kurven der Benzolderivate ist auch davon natürlich keine Rede mehr.

Zur Bestätigung des Gesagten lassen wir die Tabelle 68 folgen. Die Zahlen für die Ameisensäure-Reihe sind nach den Angaben von Kahlbaum und Schröter berechnet.

Tabelle 68.

Siedetemperaturabnahmen.

Von 760 mm. auf:	50 mm.	10 mm.	5 mm.
Ameisensäure	72,5 °C.	102,0 °C.	
Essigsäure	71,5	100,6	
Propionsäure	69,2	98,7	108,2 °C.
N.-Buttersäure	70,4	98,8	108,6
N.-Valeriansäure	73,8	103,5	113,8
N.-Capronsäure	75,8	106,7	116,5
N.-Heptylsäure	78,0	108,6	119,5
N.-Caprylsäure	81,8	112,9	123,5
N.-Pelargonsäure	83,1	116,5	126,6
N.-Caprinsäure	83,6	116,4	127,0
Benzol	68,2		
Brombenzol	82,5	114,9	125,7
Benzaldehyd	83,0	116,3	128,2
Phenol	76,7	107,9	118,9
Anilin	82,0	114,7	126,0
Benzonitril	86,7	121,5	133,7
Benzylalkohol	80,6	112,4	124,2
Nitrobenzol	88,1	122,9	135,4
Benzoësäure	81,8	116,5	

Wie das vorauszusehen, ist der Schnittpunkt der Kurven für die einzelnen Stoffe ein verschiedener. Phenol und Anilin schneiden sich bei etwa 250 mm. Druck, Phenol und Benzonitril bei 75 mm., Benzonitril und Anilin bei 18 mm., Benzylalkohol und Nitrobenzol bei etwa 200 mm. Es wird nun die Frage sein, ob wir hier eine Erscheinung von allgemeiner Giltigkeit haben, die sich auch an den Derivaten anderer Kohlenwasserstoffe zeigt oder nicht. Die Beantwortung dieser Frage steht allein dem Experimente zu.

Zum Beschlusse unserer Arbeit erübrigt uns noch, zu prüfen, inwieweit die bisher gegebenen Formeln zur Berechnung der Siedekurve einer Substanz aus der als bekannt vorausgesetzten Kurve einer anderen Substanz sich an unseren Beobachtungen bewahrheiten.

Wir brauchen nicht einzugehen auf die ältesten Berechnungsmethoden aus den Jahren 1844 und 1845 von W. Schröder in Mannheim und von Karl Löwig, damals in Zürich, und ebensowenig auf die von Mejer-Wildermann[1]) angegebene Formel $\frac{TaP-Tap}{TbP-Tbp} = \frac{Tap}{Tbp} = a$, da sich dieselben nur auf homologe Reihen beziehen, und auf eine solche beziehen sich unsere Beobachtungen ja nicht. Auch die von Grosshans[2]) zur Berechnung der Siedepunkte gegebene Formel $T \frac{n}{a} = C$, worin T die absolute Siedetemperatur also gleich $273 + x$, n die Summe der Atome, a gleich dem Molekulargewicht und C eine empirisch gefundene Konstante vom Werte $\pm$ 62 ist, hat uns hier, abgesehen von allen anderen Gründen, nicht zu beschäftigen, weil damit nur der Siedepunkt bei 760 mm. bestimmt werden soll.

Gehen wir zunächst auf das Gesetz der korrespondirenden Siedetemperaturen ein. Ulrich Dühring hat folgendes Gesetz aufgestellt: „Von den Siedepunkten beliebiger Substanzen, wie sie für irgend einen für alle gemeinsamen Druck als Ausgangspunkte gegeben sein mögen, sind bis zu den Siedepunkten für irgend einen anderen gemeinsamen Druck die

---

[1]) Mejer-Wildermann, deutsch. chem. Ges. Ber., Bd. 23, 1890, pag. 1261. —

[2]) J. A. Grosshans, ebenda, Bd. 19, 1886, pag. 490. —

Temperaturabstände sich gleichbleibende Vielfache von einander.[1])

Bezeichnen wir mit T und ϑ die Siedetemperaturen eines beliebigen Stoffes unter zwei verschiedenen Drucken, und mit T_1 und ϑ_1 die Siedepunkte eines zweiten Stoffes bei den gleichen Drucken, so würde der mathematische Ausdruck des Dühring'schen Gesetzes lauten $\frac{T - \vartheta}{T_1 - \vartheta_1} = q$ worin q ein konstanter Proportionalitätsfaktor ist, den Dühring als „specifischen Faktor“ bezeichnet hat.

Die Konstanz seines spezifischen Faktors hat Dühring, wie er meldet, an „circa 40 Stoffen aus den Regnault'schen und anderen Beobachtungen berechnet“[2]) und dieselbe ausreichend genau gefunden. Im Wesentlichen hat er sich jedoch auf die Berechnung bei höheren Drucken beschränkt, etwa das Quecksilber und einige andere Stoffe ausgenommen. Uns wird die Aufgabe obliegen, die Konstanz des specifischen Faktors entsprechend unseren Beobachtungen für Drucke unter einer Atmosphäre zu prüfen. Die folgende Tabelle 69 biete dazu die Gelegenheit.

---

[1]) Wiedemann Annal., Bd. 11, 1880, pag. 163. — Das Gesetz ist dort abgedruckt aus „E. Dühring, Neue Grundgesetze zur rationellen Physik und Chemie.“ 1878, pag. 73. —

[2]) Ebenda, pag. 165. —

Tabelle 69.

Specifische Faktoren.

$\frac{T-\vartheta}{T_1-\vartheta_1}$	Brombenzol zu Benzol	Benzol zu Äthylalkohol	Benzonitril zu Phenol	Benzoësäure zu Benzol	Benzylalkohol zu Äthylalkohol
760—700	1,250	1,263	1,208	1,458	1,737
760—650	1,277	1,306	1,074	1,298	1,694
760—600	1,315	1,304	1,071	1,260	1,679
760—550	1,255	1,308	1,106	1,176	1,590
760—500	1,248	1,290	1,125	1,178	1,600
760—450	1,264	1,272	1,159	1,195	1,544
760—400	1,238	1,270	1,159	1,202	1,513
760—350	1,219	1,287	1,152	1,180	1,508
760—300	1,209	1,283	1,161	1,155	1,500
760—250	1,210	1,266	1,170	1,157	1,480
760—200	1,204	1,265	1,160	1,154	1,463
760—150	1,234	1,251	1,147	1,169	1,474
760—100	1,215	1,236	1,132	1,171	1,461
760— 50	1,210	1,224	1,130	1,199	1,447
760— 33	1,215	1,214	1,126	1,204	1,434
760— 25			1,125		1,424

Die Tabelle weist zunächst aus, dass von einer wirklichen „Konstanz“ des specifischen Faktors kaum gesprochen werden kann. Wie man sieht, ist jedoch der Wert der Abweichungen für die verschiedenen auf einander bezogenen Stoffe ein wesentlich verschiedener.

Für Quecksilber auf Wasser bezogen giebt Herr Dühring Quotienten an, die innerhalb der Druckgrenzen

5 bis 7600 mm. Druck um 0,12 abweichen, und noch günstiger fallen seine Berechnungen für dieselben Stoffe innerhalb der von u n s innegehaltenen Druckgrenzen aus, da dort die Differenz der specifischen Faktoren nur 0,07 beträgt.

Von unseren Berechnungen halten sich die von Brombenzol auf Benzol bezogenen Quotienten innerhalb derselben Grenzen; hier beträgt die grösste Abweichung ebenfalls nur 0,105. Dagegen verhalten sich die Dühring'schen Faktoren berechnet aus Benzylalkohol bezogen auf Äthylalkohol wesentlich ungünstiger. Hier wächst die grösste Differenz bis auf 0,313 und nimmt somit nahezu den fünffachen Wert der von Dühring angegebenen Abweichung an.

Zur Klarstellung der Bedeutung der Differenz der Quotienten lassen wir in der Tabelle 70 die nach Dühring berechneten neben den von uns gefundenen Siedepunkten folgen und geben dazu jedesmal in einer dritten Spalte noch die Differenzen. Daraus wird erst recht deutlich werden, wie wenig Giltigkeit dem „Gesetz der korrespondirenden Siedetemperaturen“ thatsächlich zukommt.

Tabelle 70.

Beobachtete und nach Dühring berechnete Siedepunkte.

Druck	Brombenzol aus C_6H_6			Benzoësäure aus C_6H_6			Benzonitril aus Phenol			Benzol aus Äthylalkohol			Benzylalkohol aus Äthylalkohol		
	Spec. Faktor: 1,238			Spec. Faktor: 1,298			Spec. Faktor: 1,170			Spec. Faktor: 1,308			Spec. Faktor: 1,544		
mm.	Gef.	Ber.	Diff.	Gef.	Ber.	Diff.	Gef.	Ber.	Diff.	Gef.	Ber.	Diff.	Gef.	Ber.	Diff.
700	152,5	152,5	0,0	245,5	245,9	−0,4	187,7	187,8	−0,1	77,9	77,8	+0,1	201,7	202,1	−0,4
650	149,5	149,7	−0,2	242,9	242,9	0,0	184,8	184,3	+0,5	75,6	75,6	0,0	198,9	199,4	−0,5
600	145,9	146,5	−0,6	239,8	239,5	+0,3	181,6	180,8	+0,8	73,0	73,0	0,0	195,6	196,4	−0,8
550	142,7	142,9	−0,2	237,0	235,8	+1,2	178,1	177,4	+0,7	70,2	70,2	0,0	192,6	193,0	−0,4
500	139,4	139,5	−0,1	233,8	232,3	+1,5	174,4	173,8	+0,6	67,4	67,2	+0,2	189,0	189,6	−0,6
450	135,4	135,8	−0,4	228,4	230,0	+1,6	170,2	170,0	+0,2	64,4	64,0	+0,4	185,7	185,7	0,0
400	131,6	131,6	0,0	225,8	224,0	+1,8	165,8	165,6	+0,2	61,0	60,4	+0,6	182,0	181,5	+0,5
350	127,1	126,6	+0,5	221,5	218,8	+2,7	161,1	160,6	+0,5	57,0	56,6	+0,4	177,7	177,1	+0,6
300	122,0	121,2	+0,8	217,0	213,0	+4,0	155,3	155,0	+0,3	52,6	52,1	+0,5	172,6	171,6	+1,0
250	116,3	115,4	+0,9	211,5	206,9	+4,6	148,6	148,6	0,0	47,9	46,8	+1,1	167,1	165,5	+1,6
200	109,5	108,2	+1,3	204,9	199,4	+5,5	141,4	141,0	+0,4	42,1	40,8	+1,3	160,8	158,4	+2,4
150	101,0	99,9	+1,1	196,5	190,7	+5,8	132,8	131,6	+0,8	35,4	33,4	+2,0	152,1	149,6	+2,5
100	90,0	88,8	+1,2	185,9	179,0	+6,9	121,3	119,0	+2,3	26,4	23,3	+3,1	141,3	137,7	+3,6
50	73,0	71,0	+2,0	167,2	160,5	+6,7	103,9	100,9	+3,0	12,1	7,5	+4,6	124,4	119,0	+5,4
33	63,3	61,5	+1,8	157,6	150,5	+7,1	94,2	90,5	+3,7	4,4	1,4	+5,8	115,4	108,5	+6,9
25							88,0	83,9	+4,1				109,7	101,7	+8,0
Mittl. Diff.:	0,7 °			3,6 °			1,2 °			1,4 °			2,3 °		

Zur Wahl gerade der Stoffe, an welchen wir das Dühring'sche Gesetz prüften, veranlasste uns folgende Überlegung: Im Brombenzol wie im Benzol liegen zwei Stoffe vor, die auch von anderer Seite bereits geprüft worden sind; Benzoësäure und Benzol sind die beiden Stoffe, deren Siedepunkte bei 760 mm. die grösste Differenz zeigen; Benzonitril und Phenol bieten das Bild der sich am stärksten durchschneidenden Siedekurven; Benzol und Äthylalkohol sind diejenigen Stoffe, von deren Siedekurven das Sichdurchschneiden schon vorher bekannt war; beim Benzylalkohol und Äthylalkohol war ihre Eigenschaft als zweier Alkohole massgebend.

Für die Berechnung der Siedepunkte des Brombenzols und des Benzylalkohols wurde der mittlere spec. Fakt. gewählt, der höchste für Benzol aus Äthylalkohol; für Benzoësäure aus Benzol und für Benzonitril aus Phenol je der zweithöchste, da für diese beiden Stoffe die Wahl des grössten Quotienten zu grosse Abweichungen hätte ergeben müssen.

Die Differenzen zwischen den gefundenen und berechneten Siedepunkten sind nun so grosse, dass sie auch nicht im entferntesten sich aus Beobachtungsfehlern erklären lassen. Nach Massgabe des von uns gewählten Koordinatennetzes würde für Benzylalkohol z. B. der Siedepunkt bei 25 mm. Druck, wie er sich nach Dühring berechnet, um volle 8 cm. unterhalb der von uns konstruirten Kurve liegen. Schon an und für sich ein Unding, und gar, wenn man bedenkt, dass zu seiner Berechnung noch der günstigste Faktor gewählt wurde, und die beiden verschiedenen selbstständig beobachteten und konstruirten Kurven des Benzylalkohols gerade für diesen Druck von 25 mm. mit 109,7 ° C. auch nicht um 0,1 ° abweichen, sondern absolut genau übereinstimmen.

Innerhalb der Beobachtungsgrenzen liegen die Abweichungen für Brombenzol, da aber die

Bestimmungen von Herrn Young in allen Fällen grössere Differenzen von den berechneten Zahlen zeigen als unsere Werte, so darf nicht einmal geschlossen werden, dass Dühring's Gesetz für Brombenzol und Benzol strenge Giltigkeit hat.

Wenn wir also das Dühring'sche Gesetz als solches auch ablehnen müssen, so scheint uns doch die von Ostwald[1]) gegebene Begründung, dass dies Gesetz „an der Thatsache, dass die Dampfdruckkurven von Äthylalkohol und Benzol sich zwischen 50 und 70 ° kreuzen, scheitere", keineswegs stichhaltig zu sein.

Dühring's Gesetz $\frac{T-\vartheta}{T_1-\vartheta_1} = q$ lässt sich offenbar viel einfacher so aussprechen: „Die gleichen Druckabnahmen entsprechenden Siedetemperaturabnahmen verhalten sich proportional." Diese Proportionalität der Siedetemperaturabnahmen kann aber sehr wohl bestehen bleiben, auch wenn die beiden Kurven sich durchkreuzen. So ist denn auch die gefundene Differenz zwischen berechneten und gefundenen Siedepunkten bei dem aus dem Phenol berechneten Benzonitril im Maximum, wie im Mittel, obgleich aus ungünstigstem Faktor berechnet, wesentlich geringer als die Differenz der Siedepunkte für Benzoësäure aus Benzol und Benzylalkohol aus Äthylalkohol und doch durchschneiden sich die Kurven der beiden ersteren Stoffe, während das weder für Benzoësäure-Benzol noch für Benzyl-Äthylalkohol der Fall ist.

Würden wir zur Berechnung des Phenols anstatt des ungünstigen Faktors 1,170 den mittleren 1,132 gewählt haben, so würden die Resultate wesentlich günstiger ausgefallen sein. Statt der Maximaldifferenz 4,1 ° C. würde sich eine solche von nur 2,8 ° C. ergeben haben; der mittlere Wert würde von 1,2 ° C. auf 0,8 ° C. gesunken

---

[1]) Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie. Bd. 1, Stöchiometrie, pag. 319. — 2. Auflage, Leipzig 1891. —

sein und sich damit der Grösse der mittleren Differenz für die beste Bestimmungsreihe, Brombenzol aus Benzol, angeschlossen haben; und doch durchschneiden sich die beiden Siedekurven des Benzonitrils und Phenols.

In seiner gegen A. Winkelmann gerichteten Arbeit „zum Schutze des Gesetzes der korrespondirenden Siedetemperaturen“ sagt Dühring: „Diese Faktoren sind auf irgend eine beliebige Flüssigkeit als Einheit zu beziehen; wählt man, wie es ja auch bei der Dichtigkeit, der specifischen Wärme und anderen derartigen Grössen üblich ist, das Wasser zur Einheit und bezeichnet den Siedepunkt jeder Flüssigkeit bei dem Drucke, wo das Wasser bei 0 ° siedet mit r, so ist:

$$t^1 = r + q\ t,$$

wo t der Siedepunkt des Wassers und t^1 der Siedepunkt der Flüssigkeit mit den Konstanten r und q bei demselben Druck ist.“ [1])

Der Dampfdruck des Wassers bei 0° ist 4,6 mm. Ostwald schlägt statt dieses Ausdruckes einen anderen vor, welcher von der Siedetemperatur unter gewöhnlichem Druck, 76 cm., ausgeht, „weil r experimentell schwerlich scharf zu bestimmen ist.“ [2])

Wir befinden uns in der glücklichen Lage, dieses r experimentell bestimmt zu haben und wollen in Folge dessen die Bestimmung von t^1 für die verschiedenen Benzolderivate ganz nach dem Vorschlag Dühring's ausführen. Den Erfolg dieser Prüfung zeigt die folgende Tabelle 71. In derselben haben wir uns jedoch eine kleine Willkürlichkeit erlaubt. Da sich in den Tabellen der beobachteten Siedepunkte stets die den Druck 4,5 mm. entsprechenden Punkte angegeben finden, so haben wir für die Konstanten r die Siedepunkte bei 4,5 statt 4,6 mm. gewählt. Der

---

[1]) Wiedemann Annal., Bd. 11, 1880, pag. 164.
[2]) Ostwald, Stöchiometrie, pag. 318. —

daraus sich ableitende Fehler ist ein so geringer, dass er absolut nicht in Betracht kommt.

Tabelle 71.

Siedepunkte.

Substanz	Druck 33 mm.		
	Gef.	Ber.	Diff.
	° C.	° C.	° C.
Brombenzol	63,3	67,3	+4,0
Benzaldehyd	85,6	88,4	+2,8
Phenol	95,8	98,1	+2,3
Anilin	92,8	95,7	+2,9
Benzonitril	94,2	97,0	+2,8
Benzylalkohol	115,4	117,9	+2,5
Nitrobenzol	110,4	113,4	+3,0

Die Tabelle 71 zeigt so grosse Differenzen, dass aus derselben die Unrichtigkeit des „Gesetzes der korrespondirenden Siedetemperaturen“ in der Dühring'schen Fassung in verstärkter Weise zu Tage tritt; wir haben in der Tabelle direkt den Angaben des Entdeckers folgend die spec. Fakt. stets auf Wasser bezogen. —

Wie wir schon oben gesagt haben, lässt sich für die von uns studirten Verhältnisse das „Gesetz der korrespondirenden Siedetemperaturen“ folgendermassen aussprechen: „Die gleichen Druckabnahmen entsprechenden Siedetemperaturabnahmen verhalten sich proportional“, d. h. bezeichnen wir z. B. die Siedetemperaturabnahme des einen Stoffes von 760—100 mm. mit a, die eines zweiten Stoffes für die gleiche Druckabnahme mit a^1 und die Siedetemperaturabnahme des ersteren Stoffes für die Druckabnahme von 760—33 mm. mit b, so würde sich die Siedetemperaturabnahme und damit der Siedepunkt des zweiten Stoffes b^1 berechnen lassen nach der Formel

$$a : b = a^1 : b^1$$

$$\text{oder } b^1 = \frac{b \,.\, a^1}{a}$$

Nach dieser Kahlbaum'schen Fassung des Gesetzes berechnen sich die Siedepunkte der von uns studirten Stoffe bei 33 mm. aus der Siedetemperaturabnahme des Benzols um 53,9 ° entsprechend der Druckabnahme von 760 auf 100 mm. = a, und um 65,5 ° entsprechend der Druckabnahme von 760 auf 33 mm. = b, und dem für jeden Stoff beobachteten a^1 zu den in der Tabelle 72 unter „Berechnet“ gegebenen Werten.

Tabelle 72.

Siedepunkte.

Substanz	Druck 33 mm.		
	Gef.	Ber.	Diff.
	° C.	° C.	° C.
Brombenzol	63,3	63,3	0,0
Benzaldehyd	85,6	85,6	0,0
Phenol	95,8	95,2	—0,6
Anilin	92,8	93,1	+0,3
Benzonitril	94,2	93,0	—1,2
Benzylalkohol	115,4	115,3	—0,1
Nitrobenzol	110,4	112,0	—1,6
Benzoësäure	157,6	160,1	+2,5
Mittlere Differenz	0,8 ° C.		

Nach alledem was über das Gesetz der korrespondirenden Siedetemperaturen schon gesagt worden ist, ist es, trotz dem zuweilen vollkommenen Übereinstimmen der berechneten mit den gefundenen Werten, kaum notwendig ausdrücklich noch zu betonen, dass auch in der Kahlbaum'schen Fassung dem Gesetz keineswegs absolute Giltigkeit zugesprochen werden soll. Um aber jeder Möglichkeit einer Missdeutung von vorneherein entgegenzu-

treten, geben wir in der folgenden Tabelle 73 noch einmal die gleichen Siedepunkte der gleichen Stoffe, bei dem gleichen Drucke, aus der gleichen Kurve des Benzols berechnet, nur mit dem Unterschiede, dass nicht mehr die Siedetemperaturabnahmen von 760 auf 100 mm. Druck, sondern nunmehr die von 760 auf 350 mm. Druck zu Grunde gelegt wurden.

Tabelle 73.

Siedepunkte.

Siedepunkte	Druck 33 mm.		
	Gef.	Ber.	Diff.
	° C.	° C.	° C.
Brombenzol	63,3	63,0	—0,3
Benzaldehyd	85,6	84,2	—1,4
Phenol	95,8	98,0	+2,2
Anilin	92,8	95,9	+3,1
Benzonitril	94,2	94,5	+0,3
Benzylalkohol	115,4	116,1	+0,7
Nitrobenzol	110,4	118,1	+7,7
Benzoësäure	157,6	159,4	+1,8
Mittlere Differenz	2,2 ° C.		

Die Zahlen der Tabelle 73 im Vergleich mit denjenigen der Tabelle 72 bestätigen unsere Voraussetzung vollauf. Die Abweichungen nehmen nun wieder zum Teil so hohe Werte an, dass sich die Formel keineswegs mehr auch nur zu einer annähernden Berechnung eignet. Im Ganzen geben beide Tabellen eine gute Illustration zu Herrn W. Nernst's Beurteilung des Dühring'schen Gesetzes: „Zur Interpolation dürfte diese Formel wegen ihrer Einfachheit in einzelnen Fällen sich empfehlen, An-

spruch, ein strenges Naturgesetz zum Ausdruck zu bringen, darf sie jedoch nicht erheben.“ [1])

Wir wollen nicht versäumen, auf die grosse Differenz zwischen dem berechneten und beobachteten Siedepunkt des Nitrobenzols aufmerksam zu machen. Erklärt wird diese Erscheinung daraus, dass nach unseren Beobachtungen die Siedekurve des Nitrobenzols in ihrem ersten Teile verhältnismässig flach verläuft und zwar gerade etwa bis zum Drucke 350 mm., um erst dann stark zu fallen. Es lässt sich a priori nicht sagen, ob die Beobachtungen etwa durch Ungenauigkeiten beeinflusst sind, Thatsache aber ist, dass die gleiche Erscheinung bei einer Reihe von Stoffen auftritt z. B. u. a. auch bei einem Vergleich der Kurve des Bezonitrils mit der der Benzoësäure, bei welcher zunächst die erstere flacher als die letztere, um dann das Verhältnis direkt zu ändern.

Herr A. Winkelmann[2]) hat die Richtigkeit des Dühring'schen Gesetzes für höhere Drucke an den Siedepunkten des Athers und des Schwefelkohlenstoffs im Besonderen und zwar innerhalb der Druckgrenzen 1 bis 10 Atmosphären geprüft und kommt zu dem Schluss, „dass das von Dühring aufgestellte Gesetz der Wahrheit nicht entspricht und nur als eine gewisse Annäherung betrachtet werden kann, die in niedrigen Drucken zur Geltung kommt.“ [3]) Wir haben uns der Prüfung desselben Gesetzes ausschliesslich für Drucke unter einer Atmosphäre unterzogen, und glauben den Nachweis erbracht zu haben, dass dasselbe auch hier höchstens „als eine gewisse Annäherung betrachtet werden kann“ und auch das nur in einzelnen Fällen.

---

[1]) W. Nernst und A. Hesse, „Siede- und Schmelzpunkt,“ Braunschweig, Vieweg, 1893, pag. 13. —

[2]) Wiedemann Annal., Bd. 9, 1880, pag. 391. —

[3]) Winkelmann, ebenda, pag. 393. —

In dem Vorstehenden haben wir das „Gesetz der korrespondirenden Siedetemperaturen“ eingehend besprochen, einmal wegen der aus Tabelle 72 ersichtlichen scheinbaren Giltigkeit und dann weil uns alle zur Prüfung notwendigen Grössen zur Verfügung standen. Das wird bei dem nun Folgenden leider nicht mehr der Fall sein und werden wir deshalb nicht mit gleicher Ausführlichkeit mehr zu Werke gehen können.

Die Formel, mit der wir uns zunächst abzugeben haben werden und von der das schon gilt, was wir soeben bemerkten, ist von Herrn A. Winkelmann aufgestellt worden und lautet folgendermassen:

$$t_n = (a + b)\sqrt[d]{\frac{d_{n.}\,A}{n}} - a. \quad [1])$$

In dieser Gleichung bezeichnet, wie Winkelmann selbst angiebt:[2])

t_n die Temperatur des gesättigten Dampfes unter dem Drucke von n Atmosphären;

d_n die Dichtigkeit des gesättigten Dampfes bei gleichem Drucke bezogen auf Luft unter den gleichen Verhältnissen als Einheit;

d die konstante Dichte des Dampfes in ungesättigtem Zustande, wie sie sich aus dem Molekulargewicht ergiebt, ebenfalls bezogen auf Luft als Einheit;

A eine konstante Grösse, welche für alle Dämpfe gleich ist;

a und b zwei konstante Grössen, welche von der Natur des Dampfes abhängen.

Diesen Konstanten kommt nach Winkelmann eine einfache Bedeutung zu; setzt man nämlich $n = 1$, so wird $t_1 = b$; d. h. b bezeichnet die Temperatur, bei welcher der Dampf die Spannkraft von einer Atmosphäre besitzt;

---

[1]) Wiedemann Annal., Bd. 9, 1880, pag. 210. —
[2]) Winkelmann an gleicher Stelle. —

setzt man ferner $n = o$, so wird $t_o = -a$, d. h., bei der Temperatur — a beginnt die Flüssigkeit sich in Dampf zu verwandeln.[1])

Wie man sieht, enthält die Formel zwei Grössen, die nur für wenige Stoffe bekannt oder es überhaupt nicht sind, nämlich d_n und — a, die Dichtigkeit des gesättigten Dampfes beim Drucke n und die Verdampfungsgrenze der Flüssigkeit.

Nach Vorgang von Winkelmann[2]) d_n berechnen zu wollen, wäre eine Aufgabe ganz für sich, der wir uns hier nicht unterziehen können. Die Verdampfungsgrenze überhaupt bestimmen zu wollen, würde ebenfalls als eine gesonderte Aufgabe anzusehen sein, wenn wir nicht als solche den absoluten Nullpunkt — 273 ° ansehen wollten; dann aber wäre die Voraussetzung Winkelmann's, dass „a eine konstante Grösse ist, welche von der Natur des Dampfes abhängt", nicht erfüllt, und doch scheint uns — 273 ° als die wirkliche Verdampfungsgrenze angesehen werden zu müssen.[3])

In den auf der oben besprochenen Formel basirten Studien über die Beziehungen zwischen Druck und Temperatur der gesättigten Dämpfe gelangt Winkelmann „zu folgender einfachen Beziehung zwischen den Drucken und zugehörigen Temperaturen des gesättigten Wasserdampfes bei kleinen Drucken, welche sich unterhalb des Druckes von einer Atmosphäre mit grosser Annäherung bewährt :"[4])

„Zählt man die Temperaturen Celsius des gesättigten Wasserdampfes von der Temperatur — 100°, so ist das Verhältnis zweier Tempera-

---

[1]) Winkelmann, ebenda pag. 211. —

[2]) a. a. O. pag. 358. —

[3]) Vergl. dazu auch Nernst, „Theoretische Chemie", Stuttgart, Enke, 1893, pag. 52. —

[4]) Winkelmann, a. a. O. pag. 212. —

turen nur von dem Verhältnis der beiden entsprechenden Drucke und nicht von diesen Drucken selbst abhängig."[1])

Winkelmann belegt diese Gesetzmässigkeit mit Regnault's Zahlen und findet in der That recht annähernde Werte; die berechneten weichen von den gefundenen Siedetemperaturen um 0,38° im Maximum ab.

Da uns eine Reihe neuer Beobachtungen zur Verfügung stehen, wollen wir versuchen, ob sich bei den Benzolderivaten eine ähnliche Gesetzmässigkeit nachweisen lässt. Winkelmann geht bei seinen Berechnungen von der Temperatur — 100° als der Verdampfungsgrenze des Wassers aus. Wir haben schon betont, dass wir uns diesen Anschauungen nicht ganz anschliessen können. Wir wollen vielmehr bei unseren Berechnungen von dem absoluten Nullpunkt ausgehen. Die Addition dieser grösseren Zahl zu Zähler und Nenner kann jedenfalls nur im Sinne der Gesetzmässigkeit wirken.

Lassen wir in der folgenden Tabelle 74 die gleichen Druckverhältnissen entsprechenden Quotienten aus den entsprechenden Siedetemperaturen folgen; dieselben sind in absoluten Massen angegeben.

---

[1]) Winkelmann, a. a. O., pag. 213. —

Tabelle 74.

Quotienten nach Winkelmann berechnet.

Druck in mm.	Brombenzol		Benzaldehyd		Phenol		Anilin	
	Absolute Siede-temp.	Quotient	Absolute Siede-temp.	Quotient	Absolute Siede-temp.	Quotient	Absolute Siede-temp.	Quotient
600 / 300	418,9 / 395,0	1,060	442,7 / 417,7	1,060	446,0 / 424,0	1,052	448,0 / 424,5	1,055
150 / 75	374,0 / 355,8	1,051	396,7 / 378,2	1,049	404,0 / 386,7	1,045	403,8 / 384,9	1,049
40 / 20	340,7 / 325,8	1,046	363,1 / 348,2	1,043	372,8 / 358,8	1,039	369,9 / 355,8	1,040
12 / 6	316,9 / 305,5	1,037	338,4 / 326,0	1,038	349,6 / 338,3	1,033	345,7 / 333,5	1,037

Druck in mm.	Benzonitril		Benzylalkohol		Nitrobenzol		Benzoësäure	
	Absolute Siede-temp.	Quotient	Absolute Siede-temp.	Quotient	Absolute Siede-temp.	Quotient	Absolute Siede-temp.	Quotient
600 / 300	454,6 / 428,3	1,061	468,6 / 445,6	1,052	472,5 / 447,5	1,056	512,8 / 490,0	1,047
150 / 75	405,8 / 386,7	1,049	425,1 / 406,9	1,045	425,0 / 404,1	1,052	469,5 / 451,5	1,040
40 / 20	371,5 / 356,0	1,044	392,6 / 378,3	1,038	387,9 / 372,1	1,042	434,9 / 419,5	1,037
12 / 6	345,6 / 332,9	1,038	368,8 / 356,9	1,033	361,8 / 349,1	1,036	409,0 / 394,2	1,038

Wie man sieht, trifft die von Winkelmann am Wasser beobachtete Gesetzmässigkeit für keinen der von uns studirten Stoffe zu. Die Quotienten, die für Wasser im Maximum um 0,003 abweichen, differiren in der obigen Tabelle bis auf 0,023. Vertauscht man die am meisten abweichenden Quotienten, um mit Hilfe derselben die Siedepunkte zu berechnen, und so den Maximalwert der Abweichung kennen zu lernen, so findet sich für Brombenzol beim Druck 600 mm. 409,7° C. statt 418,9° C. (Differenz 9,2° C.), bei 6 mm. 298,8° C. statt 305,5° C. (Differenz 6,7° C.); für Benzonitril bei 600 mm. 444,6° C. statt 454,6° C. (Differenz 10,0° C.), bei 6 mm. 325,6° C. statt 332,9° C. (Differenz 7,3° C.). Aus den beiden günstigsten Quotienten berechnen sich die Siedepunkte der Benzoësäure bei 6 mm. Druck statt 394,2° C. zu 394,5° C. und 393,3° C., wobei also die Differenzen auf + 0,3° C. und — 0,9° C. sinken.

Zum Schlusse soll die Bemerkung nicht unterdrückt werden, dass gerade die beiden Stoffe, die sich aus dem Benzol nach Dühring mit sehr grosser Annäherung berechnen lassen, hier die grössten Abweichungen zeigen, während die nach Dühring nur sehr mangelhaft zu berechnende Benzoësäure sich Winkelmann's am Wasser gemachten Beobachtungen bei weitem am besten anschliesst. Auch darauf darf wohl noch hingewiesen werden, dass gerade bei der Benzoësäure die wechselnden Summanden, d. h. die Siedetemperaturen im gewöhnlichen Masse den höchsten Wert haben und dennoch die Quotienten die geringste Abweichung zeigen.

Mit den zuletzt eingeführten absoluten Siedetemperaturen haben wir uns einer Gesetzmässigkeit genähert, welche William Ramsay und Sydney Young[1]) in ihren

---

[1]) Ramsay u. Young, Zeitschr. f. physik. Chem., Bd. 1, 1887, pag. 237, (Auszug); im Orig. Phil. Mag., 5. Serie, Bd. 20, 1885, pag. 515; Bd. 21, 1886, pag. 33 und 135; Bd. 22, 1886, pag. 32. —

umfassenden „Studien über Verdampfung und Dissociation“ abgeleitet haben. Nach diesen ist das Verhältnis der zu gleichen Drucken gehörigen absoluten Siedetemperaturen dasselbe, wenn es sich um chemisch verwandte Stoffe handelt. Als Beispiele werden angeführt Chlor- und Brombenzol, Chlor- und Bromäthyl und 28 von Schumann[1]) untersuchte Ester. Ganz andere Verhältnisse zeigen sich, wenn man „chemisch sehr verschiedene Stoffe, wie z. B. Quecksilber und Wasser“,[2]) mit einander vergleicht.

Die Bezeichnung „chemisch verwandte Stoffe“ ist einigermassen dehnbar und zwischen den als solchen bezeichneten Typen und den dazu in Gegensatz gestellten Quecksilber und Wasser liegt offenbar ein weiter Spielraum, der durch alle möglichen Abstufungen chemischer Verwandtschaftsgrade ausgefüllt werden kann. Als chemisch verwandte Stoffe dürfen doch die von uns zu bearbeitenden Benzolderivate in gewisser Hinsicht ohne Zweifel auch bezeichnet werden, wenn auch die Verwandtschaft eine anders geartete ist, als die der oben genannten Halogensubstitutionsprodukte und gemischten Ester. Es wird infolgedessen von Interesse sein, unsere Stoffe auf die von Ramsay und Young abgeleitete Gesetzmässigkeit zu prüfen. Dazu diene wiederum die folgende Tabelle 75, in welcher wir die Quotienten $\frac{T_1}{T_2}$ für die Drucke 760 und 200 mm. nach dem Vorgang von Nernst[3]) und $\frac{T_1}{T_3}$ für die Drucke 760 und 33 mm. als die extremsten von uns für alle Stoffe beobachteten Drucke berechnet haben.

---

[1]) Wiedemann Annal., Bd. 12, 1881, pag. 58. —
[2]) W. Nernst „Theoretische Chemie“ pag. 53. —
[3]) An der gleichen Stelle. —

Tabelle 75.

Quotienten nach Ramsay und Young berechnet.

Substanz	T_1 760 mm.	T_2 200 mm.	$\frac{T_1}{T_2}$	T_3 33 mm.	$\frac{T_1}{T_3}$
	° C.	° C.	mm.	° C.	mm.
Benzol	353,3	315,1	1,122	277,4	1,274
Brombenzol	428,5	382,5	1,120	336,3	1,274
Benzaldehyd	451,3	404,7	1,115	358,6	1,259
Phenol	454,4	412,0	1,105	368,8	1,232
Anilin	456,9	411,7	1,110	365,8	1,249
Benzonitril	463,6	414,4	1,119	367,2	1,263
Benzylalkohol	478,0	433,8	1,102	388,4	1,231
Nitrobenzol	481,3	433,5	1,110	383,4	1,255
Benzoësäure	522,0	477,9	1,092	430,6	1,212

Eine vollkommene Gleichheit der Quotienten zeigt die Tabelle nicht. Für $\frac{T_1}{T_2}$ hält sich jedoch die Abweichung innerhalb der Grenzen 0,030 bis 0,002, für den Quotienten $\frac{T_1}{T_3}$ wächst sie dagegen bis auf 0,062. Der gleiche Quotient $\frac{T_1}{T_2}$ für die gemischten Ester, den Nernst giebt, weicht im höchsten Falle um 0,006 ab. Dehnt man dagegen die Beobachtungen auf tiefere Drucke auch bei den gemischten Estern aus und zwar an der Hand von Schumann's Zahlen, so werden auch hier die Differenzen erheblich grössere. Wählt man z. B. Propylvalerat, Amylisobutyrat, Isobutylisobutyrat, Propylisobutyrat und berechnet den Quotienten für die Drucke 760 und 43 mm., so giebt sich $\frac{T_1}{T_2} = 1{,}225;\ 1{,}241;\ 1{,}240;\ 1{,}237$; demnach wächst für diese vier Stoffe die Differenz auf 0,012, also auf den doppelten Wert der für die gemischten Ester früher angegeben werden konnte.

Vollkommen übereinstimmend sind wieder die Quotienten für Benzol und Brombenzol gefunden worden, jedoch zeigen mit Ausnahme des zuletzt besprochenen alle anderen Berechnungsmethoden den gleichen Erfolg, nicht ungünstig ist auch, ebenso wie früher stets, das Verhältnis des Benzols zum Benzonitril.

Wiederum um die Grösse der Abweichungen der Quotienten und ihre Bedeutung recht kenntlich zu machen, haben wir aus dem für Benzol berechneten Quotienten die Siedepunkte seiner Derivate für die Drucke 200 und 33 mm. festgelegt. Die Tabelle 76, die diese Werte bringt, zeigt wie wenig im Sinne von Ramsay und Young die von uns studirten Benzolderivate als „chemisch verwandte Stoffe“ bezeichnet werden können, wenn nämlich die Regel wirklich Geltung hat und ihre Giltigkeit als ein Mass der chemischen Verwandtschaft aufgefasst werden darf.

Tabelle 76.

Siedepunkte aus dem Quotienten von C_6H_6 berechnet.

Substanz	Druck: 200 mm.			Druck: 33 mm.		
	Gef.	Ber.	Diff.	Gef.	Ber.	Diff.
Brombenzol	109,5	109,0	+ 0,5	63,3	63,3	0,0
Benzaldehyd	131,7	129,4	+ 2,3	85,6	81,4	+ 4,2
Phenol	139,0	132,1	+ 6,9	95,8	83,8	+12,0
Anilin	138,7	134,4	+ 4,3	92,8	85,7	+ 7,1
Benzonitril	141,4	140,3	+ 1,1	94,2	91,0	+ 3,2
Benzylalkohol	160,8	153,2	+ 7,6	115,4	102,3	+13,1
Nitrobenzol	160,5	156,1	+ 4,4	110,4	104,9	+ 5,5
Benzoësäure	204,9	192,4	+12,5	157,6	136,9	+20,7

Der von uns untersuchte Äthylalkohol und das Phenol und der Benzylalkohol geben uns Gelegenheit, den Ausdruck der chemischen Verwandtschaft in der Möglichkeit

der Berechnung der Kurven der beiden letztgenannten Stoffe aus dem Äthylalkohol zu prüfen. Der Konstitution nach ist offenbar der Benzylalkohol dem Äthylalkohol näher stehend, den chemischen Eigenschaften nach dagegen das Phenol. Die Tabelle 77 erlaubt einen diesbezüglichen Vergleich, der uns zeigt, dass die verschiedene Art der chemischen Verwandtschaft auch in diesem Falle nicht zum Ausdruck gelangt.

Tabelle 77.

Substanz	T_1 760 mm. / T_2 200 mm.	Siedepunkte bei 200 mm. Druck			T_1 760 mm. / T_4 20 mm.	Siedepunkte bei 20 mm. Druck		
		Gef.	Ber.	Diff.		Gef.	Ber.	Diff.
		° C.	° C.	° C.		° C.	° C.	° C.
Äthylalkohol	1,094	—	—	—	1,250	—	—	—
Phenol	1,105	139,0	142,4	—3,4	1,266	85,8	90,6	—4,8
Benzylalkohol	1,102	160,8	163,9	—3,1	1,263	105,3	109,5	—4,2

Aus seiner Theorie der übereinstimmenden Zustände hat J. D. van der Waals die Regel abgeleitet, dass die Zustandsgleichungen aller Stoffe identisch werden, wenn man Druck, Volumen und Temperatur in Teilen ihrer kritischen Werte ausdrückt, und eine Formel für die Siedekurven aufgestellt, von folgender Form

$$\log. p_c - \log. p = f \frac{Tc}{T} - f \quad (1)$$

in welcher p_c = kritischen Druck
Tc = kritischer Temp. in absolutem Masse und
p = dem Dampfdruck der Flüssigkeit bei
T = der absoluten Temperatur.
f = einer Konstanten, die, wenn das Gesetz der übereinstimmenden Zustände schrankenlose Geltung hätte, für alle Körper die nämliche sein müsste, so dass die Siedekurve allein durch die Kenntnis

dieser Konstante und der der kritischen Konstanten, gegeben wäre.

Die Untersuchungen der verschiedensten Forscher haben nun ergeben, dass die Konstante f zwar nicht, auch nicht für den gleichen Stoff, einen durchaus festen Wert annimmt, doch aber für eine grosse Mehrzahl von Stoffen einen solchen nahe um 3 annimmt.[1])

Herr Philippe-A. Guye hat jüngster Zeit die van der Waal'sche Formel einer eingehenden Prüfung unterzogen und ist dabei zu dem oben angegebenen Resultate gelangt. Es wird auch unsere Pflicht sein, zunächst, soweit uns das möglich, die Konstanz von f zu prüfen und dann mit Zuhilfenahme dieses f die Möglichkeit der Berechnung der Siedekurven nach obiger Formel ins Auge zu fassen. Leider ist uns das nur an dem Benzol möglich, da uns nur für dieses mit genügender Sicherheit definirte kritische Grössen zur Verfügung stehen.

Vorausgesetzt wird natürlich bei unserer Prüfung, dass die kritischen Werte für das Benzol richtig gefunden sind.

Aus der oben gegebenen Gleichung (1) folgt

$$f = \frac{(\log. p_c - \log. p)\ T}{Tc - T} \qquad (2)$$

Prüfen wir nun zunächst die Konstanz von f für Benzol. Die kritischen Werte des Benzols sind:

$$Tc = 561{,}5^\circ \text{ C.}$$
$$p_c = 36395 \text{ mm.}$$

und berechnen wir f für die Temperaturen $t = 5^\circ$, 10°, 15°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80° C. und die dazu gehörigen Drucke, wie sie in Tabelle 10 unserer Arbeit (pag. 17) gegeben sind, und deren Genauigkeit an jener

---

[1]) Man vergl. zu diesem ganzen Abschnitt die Arbeit des Herrn Guye, „Sur la formule de M. van der Waals

$$\log. p_c - \log. p = f \frac{Tc}{T} - f.\text{“}$$

Archiv. d. Genève; Tome 31, 1894, pag. 464. —

Stelle durch den Vergleich mit den Bestimmungen von Regnault und Young gewährleistet ist. Unter Einsetzung der betreffenden Werte in die Formel (2), berechnet sich f folgendermassen:

Tabelle 78.

Berechnete Werte für f.

t	p	f
° C.	mm.	
5	34,2	2,968
10	44,8	2,889
15	58,0	2,946
20	75,0	2,931
30	118,0	2,918
40	183,4	2,894
50	272,0	2,880
60	393,0	2,866
70	546,5	2,862
80	750,0	2,854

Wie man sieht ist eine Konstanz für f nicht vorhanden, was mit den früheren Beobachtungen durchaus übereinstimmt. Herr Guye berechnet z. B. aus den Beobachtungen von Ramsay und Young f ebenfalls für Benzol innerhalb der Druckgrenzen 20 und 30000 mm. Er findet im Mittel 2,886, als höchsten Wert 2,967 bei 20 mm. Innerhalb der für uns in Betracht kommenden Druckgrenzen 20 bis 760 mm. giebt er Werte von f an zu 2,976 bis 2,851, das ist im Mittel unter Zuziehung von 2,923 bei 100 mm. 2,917. Aus unseren Werten leitet sich als Mittel für etwa dieselben Druckgrenzen 2,901 ab.

Benutzen wir diesen mittleren Wert für f, um zu unseren beobachteten Temperaturen die Drucke zu berechnen, so ergiebt sich das in Tabelle 79 gegebene Re-

sultat. Die Drucke sind berechnet nach der aus (1) abgeleiteten Formel

$$\log. p = \log. p_c - (f \frac{Tc}{T} - f).$$

Tabelle 79.

Temp.	Druck		Differenzen	
	Gef.	Ber.	zw. Gef. u. Ber.	zw. Beobachtungen R., Y. u. W.
° C.	mm.	mm.	mm.	mm.
5	34,2	31,9	— 2,3	0,0
10	44,8	50,8	+ 6,0	—0,5
15	58,0	64,0	+ 6,0	—0,9
20	75,0	80,0	+ 5,0	+0,9
30	118,0	121,9	+ 3,9	—2,2
40	183,4	181,2	— 2,3	+3,2
50	272,0	262,4	— 9,6	+4,3
60	393,0	371,6	—21,4	+4,5
70	546,5	516,5	—30,0	—1,7
80	750,0	703,1	—46,9	—5,0

In der Tabelle giebt die erste Spalte die Temperaturen, die zweite die gefundenen, die dritte die berechneten Drucke; die vierte Spalte giebt die Differenzen zwischen diesen beiden, die fünfte dagegen die höchsten Differenzen, die zwischen den beobachteten Drucken von Regnault, Young und von uns auftreten.

Es ist aus der Tabelle deutlich ersichtlich, wie wenig, immer vorausgesetzt, dass die kritischen Konstanten richtig bestimmt sind, die van der Waals'sche Formel geeignet ist, zur Berechnung der Siedekurven zu dienen. Wie aus der Spalte 4 ersichtlich, übersteigen die Differenzen weitaus das Mass der Beobachtungsfehler.

Wir befinden uns mit diesem Resultat durchaus in Übereinstimmung mit Herrn Guye, der ausdrücklich be-

merkt, dass die Formel nicht geeignet sei, zur Berechnung der Siedekurven verwendet zu werden.[1]) Der Genfer Forscher belegt seine Ausstellung mit der Berechnung der Siedekurve des Fluorbenzols im Vergleich zu den Bestimmungen Young's. Die dort gegebenen Differenzen auf gleiche Drucke bezogen erscheinen zwar geringer wegen der Angaben in °C., erreichen jedoch durchaus die gleichen Werte, wie unsere Differenzen. Die für die niedrigsten Temperaturen von uns gefundene Differenz von 2,3 mm. entspricht etwa einer Abweichung von nicht ganz 2°, die höchste Differenz von 46,9 mm. von etwa mehr als 2° Cels. —

Aus diesen Differenzen weitere Schlüsse über die Geltung der van der Waals'schen Formeln überhaupt ziehen zu wollen, wäre jedoch nicht am Platze.

Wir sind am Schlusse unserer Betrachtungen und damit unserer Arbeit angelangt. Nach sonst üblicher Weise mit einer Zusammenstellung der Resultate zu schliessen, davon glauben wir abstehen zu sollen. In dem ersten Teile unserer Arbeit sind die Resultate unserer Beobachtungen jeweilen bei den einzelnen Stoffen tabellenmässig zusammengestellt. Sie noch einmal zu wiederholen wäre überflüssig; und auch das wichtige Resultat, das aus der Zusammenstellung aller Kochpunkte auf Tabelle 67 (pag. 123) sich ergiebt, dass sich die Siedekurven des grösseren Teiles der untersuchten Stoffe durchschneiden, scheint uns genugsam betont, so dass wir auf eine Wiederholung verzichten können.

Was aber ergiebt sich aus unseren Betrachtungen? Nichts anderes, als dass keine der bisher aufgestellten Regeln, Gesetzmässigkeiten und Formeln, welche die Beziehungen von Druck und Temperatur für den gleichen

---

[1]) Archiv. d. Genève, Tome 31, 1894, pag. 474, Anmerkg. 2. —

oder einen aus einem anderen berechneten Stoff festlegen sollen, uneingeschränkte Giltigkeit haben.

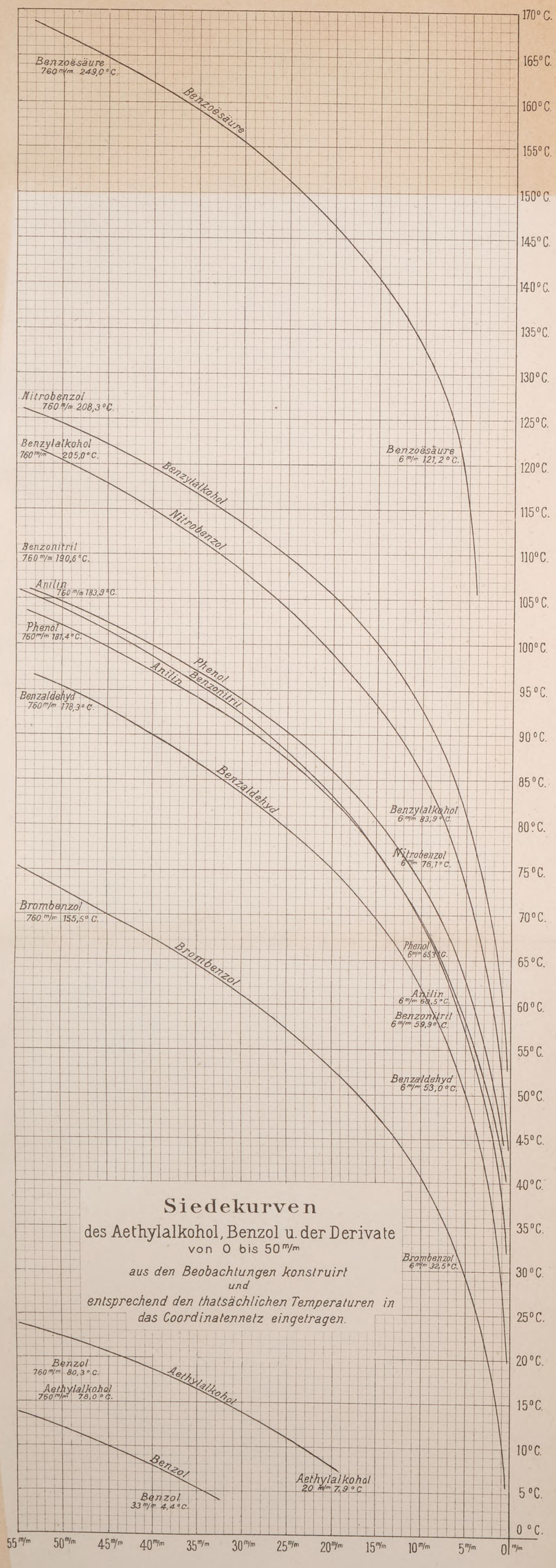
Gezeitigt wurde dieses Resultat daraus, dass wir, was vorher nie geschah, eine Reihe von verschiedenartigen Derivaten des gleichen Grundstoffes zu unseren Betrachtungen wählten. Hätten auch wir wieder etwa Stoffe einer homologen Reihe, Isomere oder gleichartige z. B. Halogen-Substitutionsprodukte gewählt, so wäre unser Resultat leicht in anderem Sinne ausgefallen, wie das z. B. bei den gemischten Estern und den monohalogenirten Derivaten des Benzols der Fall war.

Nicht von geringerem Einflusse ist es für das Erreichen dieses Resultates auch gewesen, dass die Siedekurven bis auf die tiefsten Drucke hin mit grosser Genauigkeit experimentell festgelegt werden konnten, was allein mit Hilfe der Kahlbaum'schen Apparate und Methoden ermöglicht worden ist.

Ein Resultat dieser Arbeit aber sei noch ausdrücklich hervorgehoben, dass die „Wechselbeziehung von Siedetemperatur und Druck“ nur an der Hand eines nicht nur grossen, sondern auch weitschichtigen Materiales, wie ein solches zusammenzutragen Kahlbaum seit langen Jahren eifrig bemüht ist, aufgeklärt werden kann.

Dazu mitbeigetragen zu haben, ist auch der Zweck dieser Arbeit gewesen.

Zu den beiliegenden Tafeln sei noch bemerkt, dass dieselben nicht in der auf pag. IX der Einleitung angegebenen Originalgrösse ausgeführt sind, sondern der Schwierigkeit der Ausführung wegen für die Drucklegung ein reduzirter Masstab in Anwendung kommen musste.

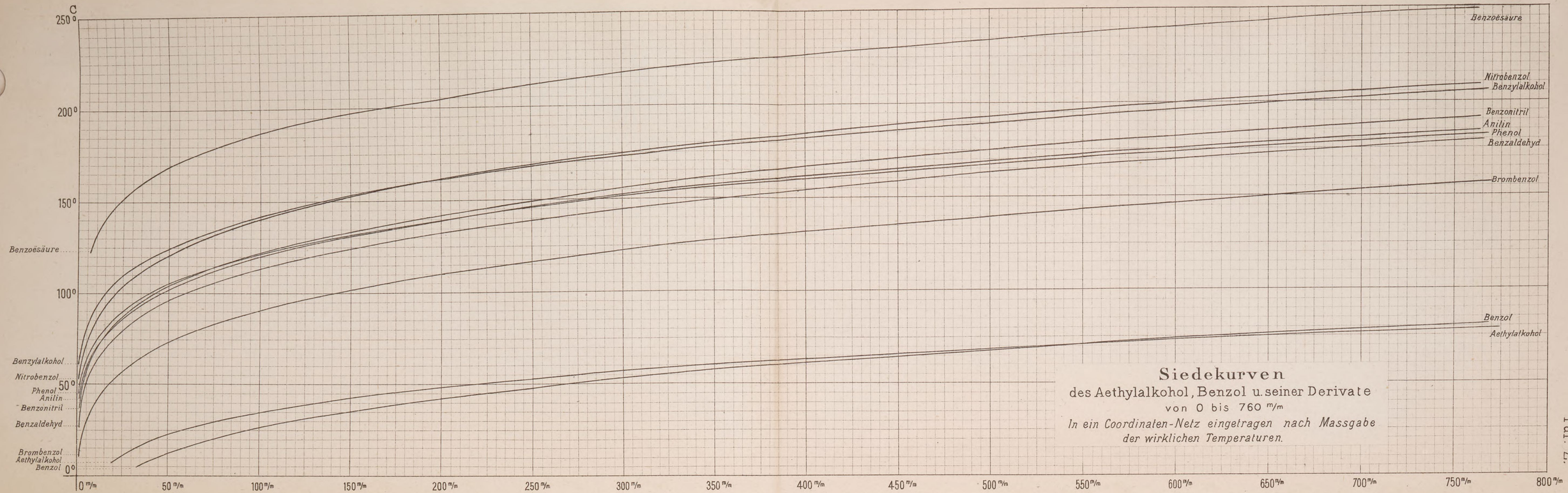


Siedekurven

des Aethylalkohol, Benzol u. der Derivate

von 0 bis 50 m/m

aus den Beobachtungen konstruirt
und
entsprechend den thatsächlichen Temperaturen in das Coordinatennetz eingetragen.



Siedekurven

des Aethylalkohol, Benzol u. seiner Derivate

von 0 bis 760 m/m

In ein Coordinaten-Netz eingetragen nach Massgabe der wirklichen Temperaturen.

Taf. 2.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Wirkner von Torda, C. G.

Studien über Dampfspannkraftsmessungen am Benzol, an Derivaten des Benzols und am Äthylalkohol

1894

Phys.sp. 41 d#Beibd.2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11902643-4